

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
Заместитель директора
по учебной работе,
совмещающая должность
директора филиала
Долганова Ж.А.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение к рабочей программе по дисциплине

ФИЗИКА

Квалификация выпускника: специалист

Направление подготовки/специальность 21.05.04 «Горное дело»

Профиль/специализация 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений»

Форма обучения очная, очно-заочная

Кафедра Горного дела и техносферной безопасности

Белово 2023 г.

Составитель: ст. преподаватель Белов С.В.

Обсуждено на заседании кафедры «Горного дела и техносферной безопасности»

Протокол № 9 от 15 апреля 2023 г.

Зав. кафедрой

Согласовано учебно-методической комиссией специальности 21.05.04 «Горное дело»

Протокол № 6 от 18 апреля 2023 г.

Председатель учебно-методической комиссии

Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	4
2. ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ	5
4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ	6
4.1 Цель входного контроля	6
4.2 Описание оценочных средств.....	6
4.2.1 Шкала оценивания (методика оценки)	6
4.2.2 Задания (вопросы) для входного контроля обучающихся	6
5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ	11
5.1 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ЗАЩИТЕ ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	11
5.1.1. Цель контролирующего мероприятия.....	12
5.1.2. Критерии оценки лабораторной работы	12
5.1.3. Темы лабораторных работ и контрольные в поросы к защите.....	13
5.2 КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
5.2.1. Цель контролирующего мероприятия.....	17
5.2.2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста.....	17
5.2.3. Критерии оценивания	18
5.2.4. Процедура выполнения и проверки теста	18
5.2.5. Структурированная база контрольных учебных заданий для тестов	18
5.3. КОНТРОЛЬ ДОМАШНИХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА» (Очная форма обучения)	59
5.3.1. Цель контролирующего мероприятия.....	59
5.3.2. Критерии оценки	59
5.3.3. Процедура выполнения и проверки	59
5.3.4. Задачи по темам	60
5.4. КОНТРОЛЬ ДОМАШНИХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА» (Очно-заочная форма обучения)	107
5.4.1. Цель контролирующего мероприятия.....	107
5.4.2. Подходы к отбору содержания	107
5.4.3. Критерии оценки	107
5.4.4. Процедура выполнения и проверки	108
6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	125
6.1 Оцениваемые компетенции	125
6.2 Форма контроля	125
6.3 Критерии оценивания.....	125
6.4 Содержание самостоятельной работы	126
6.5 Вопросы для самостоятельного изучения при подготовке к промежуточной аттестации....	126
7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	129
7.1. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций	129
7. 2. Критерии и шкала оценивания	129
7.3. Вопросы для подготовки к экзамену (зачету).....	130
8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	133

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ОПОП для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ОПОП ВО, входит в состав ОПОП. ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, программ учебных дисциплин (модулей).

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- **валидности:** объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- **надежности:** использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

• **объективности:** разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Физика» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 21.05.04. «Горное дело» и программой учебной дисциплины «Физика».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся филиала КузГТУ в г.Белово. ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2.ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенций
УК-1.

2. Дисциплина: **Физика**

3. Описание показателей и критериев оценивания уровней приобретенных компетенций на различных этапах их формирования

Показатели и критерии оценивания уровня приобретенных компетенций по дисциплине
Физика

Результаты изучения дисциплины

Компетенции из ФГОС	Часть контролируемой компетенции	Показатели компетенций		
		Знать	Уметь	Владеть
		3	4	5
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать	полностью	основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и	самостоятельно анализировать физические явления, происходящие в природе и различных устройствах; самостоятельно работать со справочной	современными методами решения физических задач и измерения параметров различных процессов в технических устройствах и

стратегию действий.		математическое изображение основных физических законов.	литературой; выполнять необходимые расчеты и определять параметры процессов.	системах.
Высокий уровень достижения компетенции - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.				
Средний уровень достижения компетенции - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.				
Низкий уровень достижения компетенции - компетенция не сформирована, оценивается неудовлетворительно или не засчитано.				

3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ **ФИЗИКА**

1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав образовательной программы и предназначен для текущего и промежуточного контроля и оценки планируемых результатов обучения – знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе прохождения подготовки по дисциплине **Физика**

ФОС разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.04. «Горное дело»
- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки Специалист 21.05.04. «Горное дело»

Направленность (профиль) 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений»

код и наименование направления подготовки, уровень подготовки

2. Перечень компетенций, формируемых в процессе прохождения дисциплины **УК-1**

3. Этапы формирования и оценивания компетенций

Контролируемые разделы (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1. Механика 2. Основы молекулярной физики и термодинамики 3. Электромагнитные явления 4. Физика колебаний и волн 5. Волновая и квантовая оптика. 6. Элементы квантовой механики 7. Элементы современной теории атомов и молекул 8. Зонная теория твердых тел 9. Атомное ядро 10. Элементарные частицы	УК-1	Защита отчетов по лабораторным работам. Тест по теории раздела. Решение домашних задач.	2,4 семестры экзамен 3 семестр зачет

4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

4.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты, полученные при входном оценивании обучающегося, используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

4.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – бланковое тестирование. Длительность тестирования – 45 минут. Количество вопросов-30

4.2.1 Шкала оценивания (методика оценки)

За каждый правильный ответ выставляется один балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
30	не менее 25	отлично
24	не менее 19	хорошо
18	не менее 13	удовлетворительно
12	-	неудовлетворительно

4.2.2 Задания (вопросы) для входного контроля обучающихся

Для освоения дисциплины необходимы компетенции (знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности), сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Физика» - базовый уровень.

Вопросы входного контроля охватывают материалы данных дисциплин.

**Перечень вопросов входного контроля
(правильные ответы выделены жирным)**

1. Какое тело из перечисленных ниже оставляет видимую траекторию?
 - 1) Камень, падающий в горах
 - 2) Мяч во время игры
 - 3) Лыжник, прокладывающий новую трассу**
 - 4) Легкоатлет, совершающий прыжок в высоту

2. Во время подъема в гору скорость велосипедиста, двигающегося прямолинейно и равноускорено, изменилась за 8 с от 5 м/с до 3 м/с. При этом ускорение велосипедиста было равно
 - 1) -0,25 м/с²**
 - 2) 0,25 м/с²
 - 3) -0,9 м/с²
 - 4) 0,9 м/с²

3. На рисунке представлен график зависимости проекции скорости тела от времени. Какой путь прошло тело за интервал времени от 2 до 8 с?
 - 1) 32 м
 - 2) 20 м
 - 3) 16 м**
 - 4) 8 м

Время t, с	Скорость v_x, м/с
0	0
2	4
4	4
8	0

4. Точка движется с постоянной по модулю скоростью по окружности радиуса R. Как изменится центростремительное ускорение точки, если ее скорость увеличить вдвое, а радиус окружности вдвое уменьшить?
 - 1) уменьшится в 2 раза
 - 2) увеличится в 4 раза
 - 3) увеличится в 2 раза
 - 4) увеличится в 8 раз**

5. Какое ускорение приобретает тело массой 5 кг под действием силы 20 Н?
 - 1) 0,25 м/с²
 - 2) 4 м/с²**
 - 3) 2,5 м/с²
 - 4) 50 м/с²

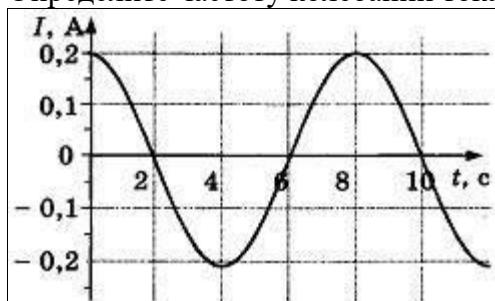
6. Человек вез двух одинаковых детей на санках по горизонтальной дороге. Затем с санок встал один ребенок, но человек продолжал движение с той же постоянной скоростью. Как изменилась сила трения при этом?
 - 1) не изменилась
 - 2) увеличилась в 2 раза
 - 3) уменьшилась в 2 раза**
 - 4) увеличилась на 50%

7. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. Каков импульс тела?
 - 1) 5 кг·м/с
 - 2) 6 кг·м/с**
 - 3) 1 кг·м/с
 - 4) 18 кг·м/с

8. Хоккейная шайба массой 160 г летит со скоростью 36 км/ч. Какова ее кинетическая энергия?
- 1) 1,6 Дж,
 - 2) 104 Дж,
 - 3) 0,8 Дж,
 - 4) 8 Дж**
9. Диффузия в твердых телах происходит медленнее, чем в газах, так как
- 1) молекулы твердого тела тяжелее, чем молекулы газа
 - 2) молекулы твердого тела больше, чем молекулы газа,
 - 3) молекулы твердого тела менее подвижны, чем молекулы газа**
 - 4) молекулы твердого тела взаимодействуют слабее, чем молекулы газа
10. Как изменилось давление идеального газа, если в данном объеме скорость каждой молекулы уменьшилась в 2 раза, а концентрация осталась неизменной?
- 1) увеличилось в 4 раза,
 - 2) увеличилось в 2 раза,
 - 3) не изменилось,
 - 4) уменьшилось в 4 раза**
11. Какое из приведенных ниже выражений соответствует формуле количества вещества?
- 1) $\frac{M}{N_A}$
 - 2) $\frac{M}{m_0}$
 - 3) $\frac{N}{N_A}$**
 - 4) $v \cdot N_A$
12. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. Какой из физических параметров этих газов обязательно одинаков при тепловом равновесии?
- 1) давление
 - 2) температура**
 - 3) концентрация
 - 4) плотность
13. Газ совершил работу 400 Дж, и при этом его внутренняя энергия уменьшилась на 100 Дж. В этом процессе газ
- 1) получил количество теплоты 500 Дж
 - 2) получил количество теплоты 300 Дж**
 - 3) отдал количество теплоты 500 Дж
 - 4) отдал количество теплоты 300 Дж
14. От водяной капли, обладавшей зарядом $+q$, отделилась капля с электрическим зарядом $-q$. Каким стал заряд оставшейся капли?
- 1) $+2q$**
 - 2) $+q$
 - 3) $-q$
 - 4) $-2q$

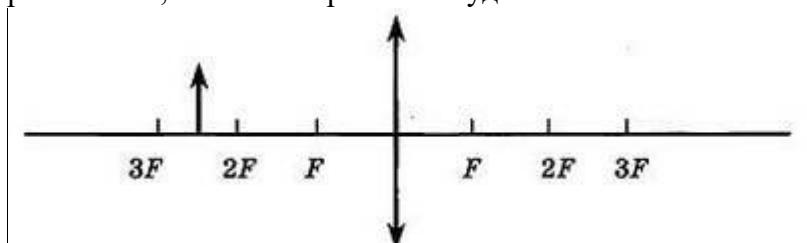
15. Два точечных заряда притягиваются друг к другу только в том случае, если заряды
- одинаковы по знаку и по модулю
 - одинаковы по знаку, но обязательно различны по модулю
 - различны по знаку и любые по модулю**
 - различны по знаку, но обязательно одинаковы по модулю
16. Напряжение на концах резистора равно 60 В, сила тока в резисторе равна 3 А. Чему равно сопротивление резистора?
- 0,04 Ом
 - 0,05 Ом
 - 20 Ом**
 - 180 Ом
17. ЭДС источника равна 8 В, внешнее сопротивление 3 Ом, внутреннее сопротивление 1 Ом. Сила тока в полной цепи равна
- 32 А
 - 25 А
 - 2 А**
 - 0,5 А
18. Во время ремонта электроплитки укоротили ее спираль. Как изменились при этом сопротивление спирали, сила тока и мощность электроплитки? Напряжение в сети остается неизменным.
- К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу.
- | | |
|--------------------------|--------------------|
| Физическая величина | Изменение величины |
| A) сопротивление спирали | 1) увеличится |
| Б) сила тока в спирали | 2) уменьшается |
| В) выделяющаяся мощность | 3) не изменится |
- | A | B | V |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 1 |
19. Поставьте в соответствие физическую величину и единицу ее измерения в СИ.
- Физическая величина Единица величины
- | | |
|--------------|------------------------|
| A) скорость | 1) м/с ² |
| Б) путь | 2) кг·м/с |
| В) импульс | 3) кг·м/с ² |
| Г) ускорение | 4) м/с |
| | 5) м |
- | A | B | V | Г |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 2 | 1 |
20. Электромагнитная индукция – это:
- явление, характеризующее действие магнитного поля на движущийся заряд;
 - явление возникновения в замкнутом контуре электрического тока при изменении магнитного потока;**
 - явление, характеризующее действие магнитного поля на проводник с током.

21. На рисунке показан график зависимости силы тока в металлическом проводнике от времени. Определите частоту колебаний тока.



- 1) 8 Гц
- 2) 0,125 Гц**
- 3) 6 Гц
- 4) 4 Гц

22. Если предмет находится от собирающей линзы на расстоянии больше двойного фокусного расстояния, то его изображение будет...



- 1) Уменьшенным, обратным и действительным**
- 2) Увеличенным, обратным и действительным
- 3) Уменьшенным, прямым и действительным
- 4) Уменьшенным, обратным и мнимым

23. Какое оптическое явление объясняет радужную окраску мыльных пузырей?

- 1) Дисперсия
- 2) Дифракция
- 3) Интерференция**
- 4) Поляризация

24. Огибание волной малых препятствий называется

- 1) дисперсией,
- 2) интерференцией,
- 3) поляризацией,
- 4) дифракцией**

25. Непрерывные (сплошные) спектры дают тела, находящиеся

- 1) только в твердом состоянии при очень больших температурах;
- 2) в газообразном молекулярном состоянии, в котором молекулы не связаны или слабо связаны друг с другом;
- 3) в газообразном атомарном состоянии, в котором атомы практически не взаимодействуют друг с другом;
- 4) в твердом или жидком состоянии, а также сильно сжатые газы**

26. Отдельная порция электромагнитной энергии, испускаемая атомом, называется:

- 1) Джоулем
- 2) Электрон-вольтом
- 3) Квантом**
- 4) Ваттом

27. Энергия кванта пропорциональна:

- 1) Скорости кванта
- 2) Частоте колебаний**
- 3) Времени излучения
- 4) Мощности излучения

28. Под фотоэффектом понимают явление взаимодействия света с веществом, при котором происходит:

- 1) Вырывание атомов
- 2) Вырывание электронов**
- 3) Поглощение атомов
- 4) Нагревание вещества

29. Атом натрия ${}_{11}Na^{23}$ содержит

- 1) 11 протонов, 23 нейтрона и 34 электрона
- 2) 23 протона, 11 нейтронов и 11 электронов
- 3) 12 протонов, 11 нейтронов и 12 электронов
- 4) 11 протонов, 12 нейтронов и 11 электронов**

30. Определите, какие из реакций называют термоядерными

- 1) Реакции деления легких ядер
- 2) Реакции деления тяжелых ядер
- 3) Реакции синтеза между легкими ядрами**
- 4) Реакции синтеза между тяжелыми ядрами

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной (в том числе самостоятельной) деятельностью обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе преподавателя. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС филиала КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

Текущий контроль по дисциплине заключается: в прохождении теста по теории раздела; в защите отчетов по лабораторным работам; в решении домашних задач.

5.1 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ЗАЩИТЕ ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

Оцениваемые компетенции УК-1

5.1.1. 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.

5.1.2. 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 отчётов.

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

- Название лабораторной работы.
- 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 лабораторной работы обучающийся обязан защитить работу, ответив на 5 из 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

5.1.3. 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

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются прямые и косвенные измерения физических величин?
2. Типы погрешностей
3. Как рассчитать абсолютную и относительную погрешности при прямых и косвенных измерениях.
4. Как рассчитать абсолютную случайную погрешность
5. Виды инструментальных погрешностей
6. Расчет погрешностей косвенных измерений

2. Тема: Определение вязкости 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.

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.

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? Тurbulentным?
8. Назовите критерий определения характера течения жидкости.
9. Как зависит коэффициент теплопроводности от температуры?

Время проведения Курс – 2 семестр – 3

1. Тема: Изучение квазистатических электрических полей

Контрольные вопросы

1. Что называют напряженностью электростатического поля? Как направлен вектор напряженности \mathbf{E} ? Что называют силовой линией вектора \mathbf{E} ?
2. Чему равен вектор напряженности поля точечного заряда на расстоянии r от него?
3. Докажите, что электростатическое поле потенциально.
4. Сформулируйте принцип суперпозиции полей для: а) дискретной совокупности зарядов; б) непрерывно распределенного заряда.

5. Что называют потенциалом данной точки электростатического поля? Что называют эквипотенциальной поверхностью?
6. Как графически изобразить электростатическое поле? Каково взаимное расположение силовых линий и эквипотенциальных поверхностей?
7. Как связаны напряженность и потенциал? Куда направлен вектор градиента потенциала?
8. Что называют потоком вектора \mathbf{E} ?
9. Сформулируйте теорему Остроградского–Гаусса.
10. Найдите напряженность электростатического поля, создаваемого бесконечно длинным металлическим цилиндром радиусом a , равномерно заряженным с линейной плотностью τ , на расстоянии r от оси цилиндра.
11. В условиях предыдущего вопроса найдите разность потенциалов между цилиндром и точкой, находящейся на расстоянии $r > a$ от оси цилиндра.
12. Что можно сказать о потенциале внутри и на поверхности металлического цилиндра, о напряженности внутри металлического цилиндра?
13. Изобразите графически поле двух коаксиальных равномерно заряженных бесконечно длинных металлических цилиндров.
14. В чем сущность метода зеркальных изображений? Опишите метод на примере поля бесконечно длинного равномерно заряженного металлического цилиндра и проводящей плоскости. Изобразите графически это поле).

2. Тема: Измерение сопротивления методом амперметра – вольтметра.

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.

3. Тема: Определение горизонтальной составляющей индукции 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.

4. Тема: Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.

Контрольные вопросы

1. В чём проявляется действие силы Лоренца на движущиеся электроны?
2. Влияет ли сила Лоренца на кинетическую энергию движущихся электрических зарядов?
3. В чём заключается методика определения отношения e/m ?
4. В чём состоят достоинства и недостатки метода магнитной фокусировки?
5. Зависит ли отношение e/m от величины разности потенциалов?
6. Что изменится, если направление тока в соленоиде изменить на противоположное?
7. Какие электроны отклоняются на больший угол в одном и том же магнитном поле: быстрые или медленные?

Время проведения Курс – 2 семестр – 4

1. Тема: Интерференция света. Опыт Юнга.

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.

2. Тема: Проверка уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

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 γ -излучения, длина волны которого ($\lambda = 3 \cdot 10^{-2}$ Å, $1 \text{ Å} = 10^{-10}$ м).
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?

3. Тема: Изучение спектров испускания атома водорода.

Контрольные вопросы

1. Способы разложения немонохроматического 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.

4. Тема: Определение постоянной Холла в полупроводнике.

Контрольные вопросы

1. В чем проявляется эффект Холла?
2. Вывести формулу для ЭДС Холла и для постоянной Холла.
3. Как определить постоянную Холла?
4. Почему постоянная Холла может иметь положительное значение для одних полупроводников и отрицательное – для других?
5. Что такое подвижность носителей тока?
6. Как вычисляется подвижность носителей тока?
7. Каким образом можно использовать датчик Холла для измерения индукции магнитного поля?
8. Почему в практике используются датчики Холла из полупроводников, а не из металла?
9. Удельная проводимость γ кремния с примесями равна 112 См/м. Определить подвижность μ_p дырок и их концентрацию n , если постоянная Холла $R_x = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}$.
10. Тонкая пластинка из кремния шириной $d = 2$ см помещена перпендикулярно линиям индукции магнитного поля ($B = 0,5$ Тл). При плотности тока $j = 2 \text{ мкА}/\text{мм}^2$, направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов $\Delta\varphi_x$ оказалась равной 2,8 В. Определить концентрацию носителей зарядов.

5.2 КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

Оцениваемые компетенции УК-1

5.2.1. Цель контролирующего мероприятия

Мониторинг эффективности усвоения пройденного материала, оценка умения решения практических задач. Результаты теста определяют **уровень умения** использовать пройденный материал студентом по темам, готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

5.2.2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста.

При проведении текущего контроля обучающимся по отдельным темам будет предложен тест, содержащий от 10 до 20 вопросов в зависимости от раздела по которому проводится контроль.

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 обучающегося свой набор заданий.

Итоговый тест за семестр состоит из 30 заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. В зависимости от количества вопросов, содержащихся в базе по определенной теме, в тест включается от 2 до 5 заданий по этой теме.

5.2.3. Критерии оценивания

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		

5.2.4. Процедура выполнения и проверки теста

Тесты выполняются в компьютерном классе на практических занятиях в течение семестра. Тесты выполняются с использованием системы Moodle.

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

Время выполнения теста от 30 до 90 минут в зависимости от количества вопросов. Инструктаж, предшествующий выполнения теста, не входит в указанное время.

Проверка правильности выполнения заданий производится автоматически после выполнения теста.

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

5.2.5. Структурированная база контрольных учебных заданий для тестов

(Полная база заданий находится в электронной обучающей системе филиала КузГТУ в г. Белово)

Время проведения: Курс – 2. Семестр – 3

Кинематика поступательного и вращательного движения

Задание 1

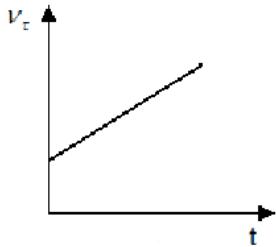
Точка М движется по окружности с постоянным ускорением. Если проекция тангенциального ускорения на направление скорости положительна, то величина нормального ускорения...

Варианты ответов:

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

Задание 2

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

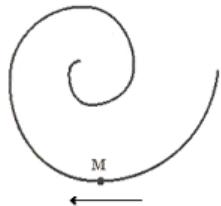


Варианты ответов:

- 1) $a_n > 0; a_\tau = 0;$
- 2) $a_n = 0; a_\tau = 0;$
- 3) $a_n > 0; a_\tau > 0; \bullet$
- 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; \bullet
- 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. \bullet

Задание 5

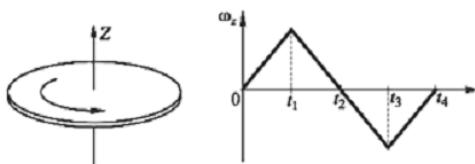
Уравнение вращения твердого тела: $\varphi = 4t^3 + 3t$ (рад). Угловая скорость через 2 с после начала вращения равна...

Варианты ответов:

- 1) 51 рад/с; \bullet
- 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.



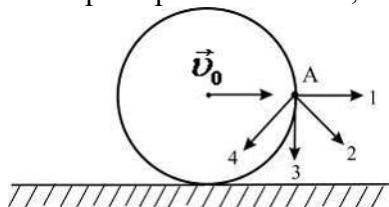
Вектор угловой скорости $\vec{\omega}$ направлен против оси z , а вектор углового ускорения $\vec{\varepsilon}$ направлен по оси z в интервале времени...

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 А, лежащей на ободе диска, ориентирован в направлении ...



Варианты ответов:

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

Задание 8

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

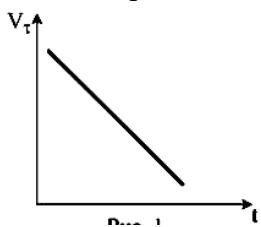


Рис. 1

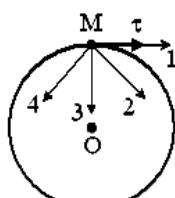


Рис. 2

Варианты ответов:

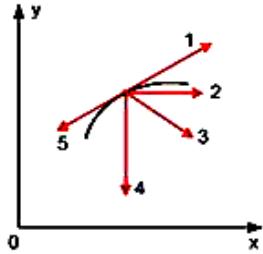
- 1) 2
- 2) 4*

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

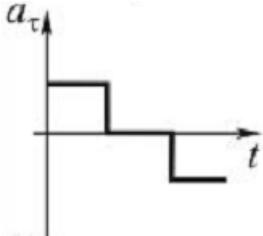
3) 2

4) 3

5) 5

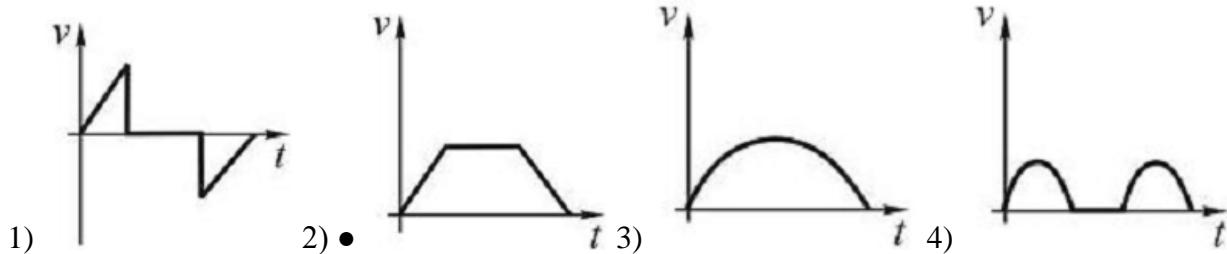
Задание 10

Тангенциальное ускорение точки меняется согласно графику:



Такому движению соответствует зависимость скорости от времени...

Варианты ответов:



Динамика поступательного движения

Задание 11

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

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

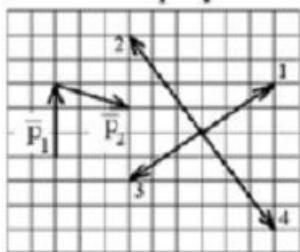
Сила трения колёс поезда меняется по закону $F(S) = \frac{1}{5}S$. Работа сил трения на пути 1 км равна ...

Варианты ответов:

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

Задание 13

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



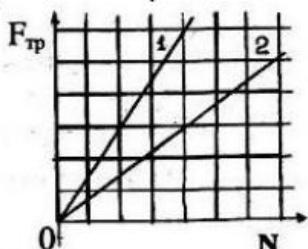
В момент удара сила действовала в направлении...

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:

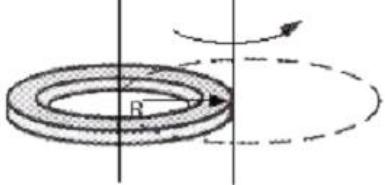
1) $mg + F_A + F_c = 0$; 3) $mg - F_A + F_c = 0$;

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...

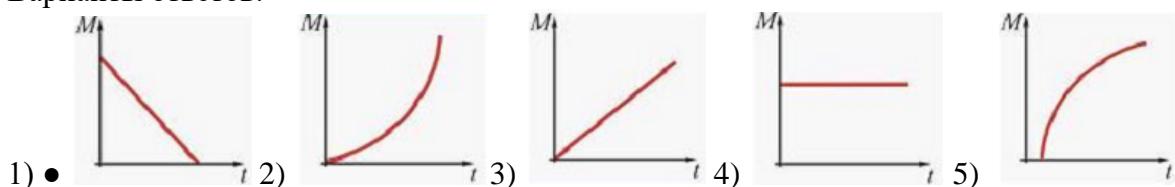
Варианты ответов:

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

Задание 18

Абсолютно твердое тело вращается с угловым ускорением, изменяющимся по закону $\beta = \beta_0 - at$, где a – 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

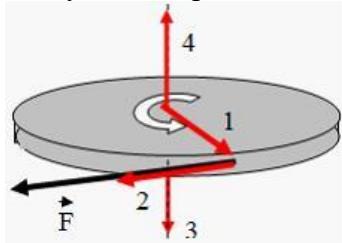
Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = A\sqrt{t}$. Зависимость момента сил от времени имеет вид ...

Варианты ответов:

- 1) $M = \frac{2A}{\sqrt{t}}$
- 2) $M = \frac{A}{2\sqrt{t}}$ ●
- 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 ...

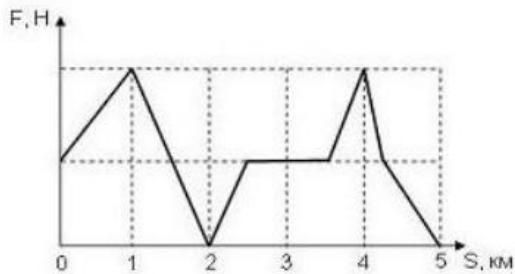
Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 3 •
- 3) 1
- 4) 4

Энергия и работа

Задание 21

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

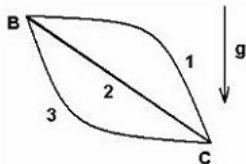


Варианты ответов:

- 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...

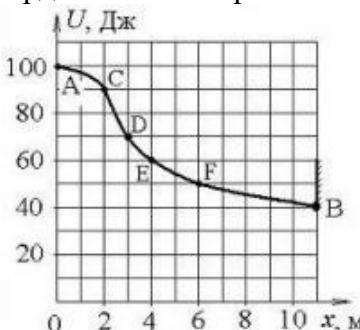


Варианты ответов:

- 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 $U(x)$.



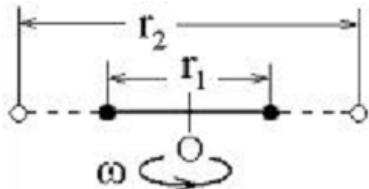
На участке AF сила тяжести совершила работу...

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 ω , при этом была совершена работа A_1 . Шарики раздвинули симметрично на расстояние $r_2 = 3r_1$ и раскрутили до той же угловой скорости.



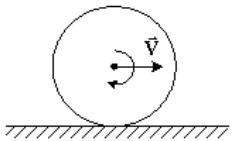
При этом была совершена работа...

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...



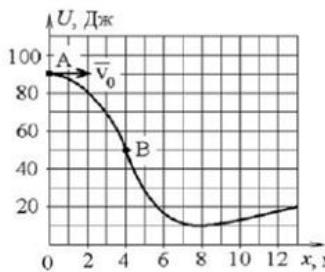
Варианты ответов:

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

Законы сохранения в механике

Задание 26

Тело массы $m = 10 \text{ кг}$ начинает движение со скоростью $v_0=2 \text{ м/с}$ 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

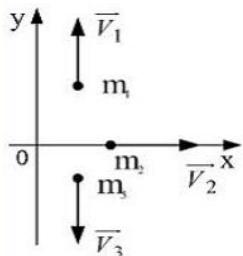
Человек стоит на краю горизонтальной платформы, вращающейся вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой n . Отношение момента инерции платформы к моменту инерции человека равно $J_{\text{плат}} / J_{\text{чел}} = 4$. Если человек перейдет к центру платформы, то частота ее вращения будет равна ...

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.



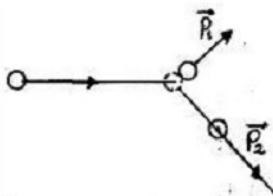
Если скорости шаров равны $V_1=3\text{м/c}$, $V_2=2\text{м/c}$, $V_3=1\text{м/c}$, то вектор импульса центра масс этой системы направлен...

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° так, что импульс одного равен $p_1 = 0,3\text{кг}\cdot\text{м/c}$, а другого $p_2=0,4\text{кг}\cdot\text{м/c}$.



Налетающий шар имел импульс, равный ...

Варианты ответов:

- 1) $0,1\text{ кг}\cdot\text{м/c}$;
- 2) $0,25\text{ кг}\cdot\text{м/c}$;
- 3) $0,7\text{ кг}\cdot\text{м/c}$;
- 4) $0,5\text{ кг}\cdot\text{м/c}$. ●

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 ●

Неинерциальные системы отсчёта

Задание 31

Первый и второй законы Ньютона

- 1) не выполняются в любой неинерциальной системе отсчёта ●
- 2). выполняются в любой неинерциальной системе отсчёта
- 3) выполняются в неинерциальных системах отсчёта, движущихся прямолинейно
- 4) выполняются в неинерциальных системах отсчёта, движущихся с нерелятивистскими скоростями

Задание 32

Движение тела в неинерциальных системах отсчёта Указать все правильные ответы.

- 1) нельзя описать, используя законы Ньютона ●
- 2) нельзя описать, используя уравнения движения
- 3) можно описать, используя преобразования системы отсчёта
- 4) можно описать, используя фиктивную силу инерции ●

Задание 33

Сила инерции – это

- 1) фиктивная сила, которую вводят для того, чтобы исследовать движение тела в

неинерциальной системе отсчёта●

- 2) сила, действующая на тело после прекращения внешнего воздействия
- 3). сила, заставляющая тело двигаться в инерциальной системе отсчёта
- 4) сила, сообщающая телу вращательное движение

Задание 33

Сила Кориолиса – это

- 1) сила, действующая на тело неподвижное во вращающейся системе отсчёта
- 2) сила инерции, во вращающейся системе отсчёта
- 3) часть силы инерции, действующей на тело во вращающейся системе отсчёта, обусловленная движением тела в этой системе отсчёта●
- 4) сила, действующая на тело во вращающейся системе отсчёта

Механика сплошных сред

Задание 34

Закон Паскаля можно сформулировать следующим образом.

- 1) На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной жидкости
- 2) Давление в неподвижной несжимаемой жидкости определяется по формуле: $P=\rho gh$
- 3) Поток жидкости сквозь систему пропорционален разности давлений на её входе и выходе
- 4) Давление в любом месте покоящейся жидкости одинаково по всем направлениям и передаётся по всему объёму этой жидкости●

Задание 35

Давление в неподвижной несжимаемой жидкости

- 1) не зависит от расстояния до её поверхности
- 2) не зависит от рода жидкости
- 3) зависит от расстояния до её поверхности и не зависит от рода жидкости
- 4) определяется по формуле: $P=P_0+\rho gh$ ●

Задание 36

Закон Архимеда можно сформулировать следующим образом.

- 1) На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной жидкости●
- 2) Давление в любом месте покоящейся жидкости одинаково по всем направлениям и одинаково передаётся по всему объёму этой жидкости
- 3) Давление в неподвижной несжимаемой жидкости определяется по формуле: $P=\rho gh$
- 4) Поток жидкости сквозь систему пропорционален разности давлений на её входе и выходе

Задание 37

Закон Архимеда описывается следующей формулой.

- 1) $F_A=mgh$
- 2) $F_A=F/S$
- 3) $F_A=\rho gV$ ●
- 4) $F_A=\rho gh$

Задание 38

Линия тока – это

- 1) область, внутри которой частицы жидкости имеют ненулевую скорость движения
- 2) совокупность частиц движущейся жидкости
- 3) совокупность точек, в которых направления скорости движения частиц жидкости и градиента этой скорости совпадают

- 4) линия, касательные к которой в каждой точке направлены вдоль скорости движения частиц жидкости●

Задание 39

Трубка тока – это

- 1) часть жидкости, ограниченная линиями тока●
- 2) область, внутри которой частицы жидкости имеют ненулевую скорость движения
- 3) совокупность частиц движущейся жидкости
- 4) линия, касательные к которой в каждой точке направлены вдоль скорости движения частиц жидкости

Задание 40

Идеальная жидкость – это жидкость

- 1) с нулевой плотностью
- 2) для которой выполняются законы Паскаля и Архимеда
- 3) в которой отсутствует внутреннее трение●
- 4) для которой выполняется закон Бернулли

Задание 41

Вязкость – это

- 1) свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению её слоёв друг относительно друга●
- 2) величина, характеризующая свойство жидкости передавать приложенное к ней давление
- 3) обусловленное тепловым движением молекул проникновение одних веществ в объём, занятый другими веществами
- 4) свойство жидкости изменять свой объём при изменении давления

Задание 42

При ламинарном течении

- 1) слои жидкости перемешиваются между собой
- 2) параметры потока не изменяются со временем
- 3) слои жидкости не перемешиваются между собой●
- 4) не выполняется условие непрерывности

Задание 43

Число Рейнольдса

- 1) определяет характер течения жидкости●
- 2) определяет величину силы сопротивления движению твёрдого тела в жидкости
- 3) это отношение динамического давления к статическому в потоке жидкости
- 4) показывает, выполняется ли условие непрерывности

Задание 44

Число Рейнольдса

- 1) пропорционально скорости движения жидкости●
- 2) обратно пропорционально скорости движения жидкости
- 3) не зависит от скорости движения жидкости
- 4) обратно пропорционально квадрату скорости движения жидкости

Элементы специальной теории относительности

Задание 45

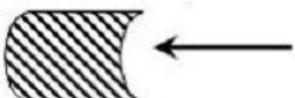
Инвариантной величиной является...

Варианты ответов:

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

Задание 46

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 47

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) 3) 4) 5)

Задание 48

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 49

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

Основы молекулярной физики и термодинамики

Молекулярно-кинетическая теория

Средняя энергия молекул

Задание 50

$$\varepsilon = \frac{i}{2} kT$$

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре T равна .

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

Варианты ответов:

- 1)
- 2)
- 3; ●
- 4)

Задание 51

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 52

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

Варианты ответов:

- 1) 374 ●
- 2) 831
- 3) 249
- 4) 748

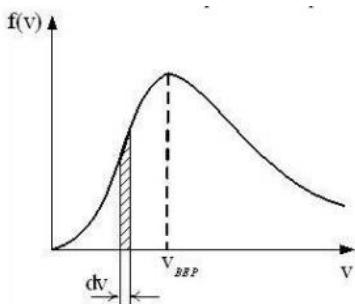
Распределения Максвелла и Больцмана

Задание 53

На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям

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

(распределение Максвелла), где $f(v)dv$ – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от v до $v+dv$ в расчёте на единицу этого интервала.



Верным утверждением является...

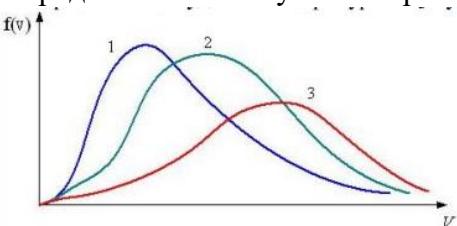
Варианты ответов:

- 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 54

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...

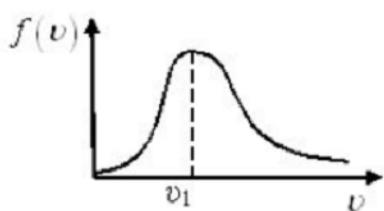


Варианты ответов:

- 1) 3;
- 2) 2;
- 3) 1 •

Задание 55

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 ...

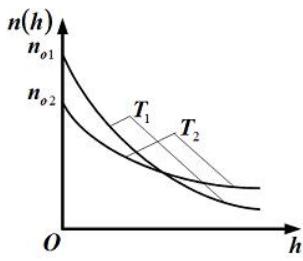


Варианты ответов:

- 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 56

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

Первое начало термодинамики.

Задание 57

Среди приведённых формул к изотермическому процессу имеют отношение

Варианты ответов:

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

Задание 58

Если ΔU – 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 59

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) $A_1 < A_2 > A_3$

Второе начало термодинамики

Задание 60

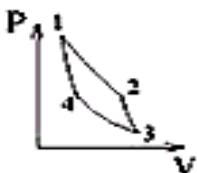
Энтропия неизолированной термодинамической системы при поступлении в неё тепла в ходе обратимого процесса...

Варианты ответов:

- 1) только убывает;
- 2) только увеличивается; ●
- 3) только остается постоянной

Задание 61

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



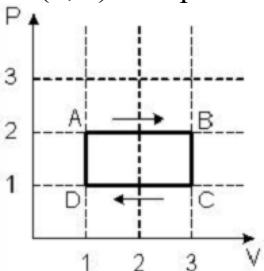
За один цикл работы тепловой машины энтропия рабочего тела ...

Варианты ответов:

1. не изменится ●
2. уменьшится
3. возрастёт

Задание 62

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



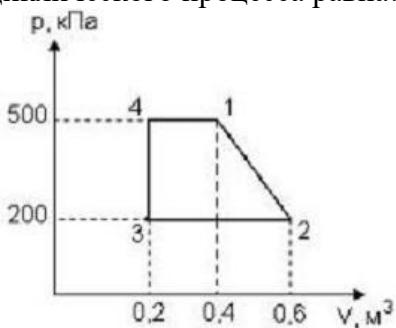
На участках BC и CD температура...

Варианты ответов:

- 1) повышается;
- 2) понижается; ●

Задание 63

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

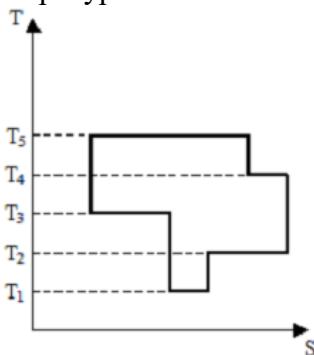


Варианты ответов:

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

Задание 64

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

Реальные газы

Задание 65

Состояния реального газа описывается уравнением:

- 1) Менделеева-Клапейрона;
- 2) Пуассона;
- 3) Майера;
- 4) Ван-дер-Ваальса. ●

Задание 66

Кривые зависимости $P=f(V)$ при $T=\text{const}$, определяемые уравнением Ван-дер-Ваальса, называются:

- 1) изотермы Ван-дер-Ваальса; ●
- 2) изобары Ван-дер-Ваальса;
- 3) изохоры Ван-дер-Ваальса;
- 4) адиабаты Ван-дер-Ваальса;

Задание 67

Постоянные Ван-дер-Ваальса для идеального газа имеют значения:

- 1) $a=0$, $b=0$; ●
- 2) $a=1$, $b=0$;
- 3) $a=0$, $b=1$;
- 4) $a=1$, $b=1$.

Время проведения: Курс – 2. Семестр – 3

Электростатика

Задание 1

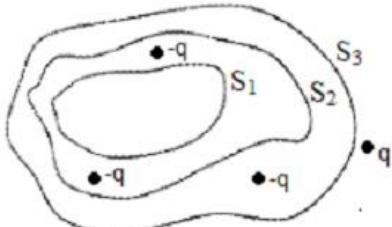
Относительно статических электрических полей справедливы утверждения:

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 2

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 3

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

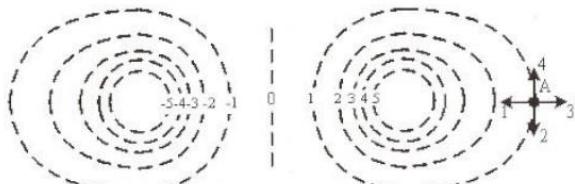


Варианты ответов:

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

Задание 4

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

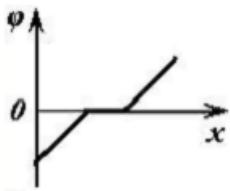


Варианты ответов:

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

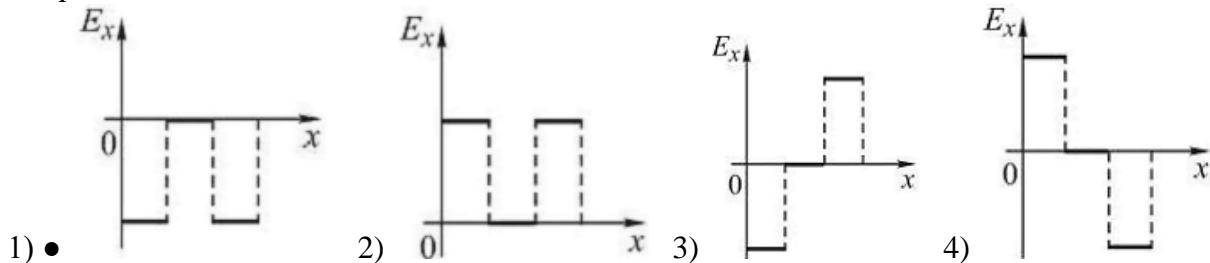
Задание 5

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:



Постоянный электрический ток

Задание 6

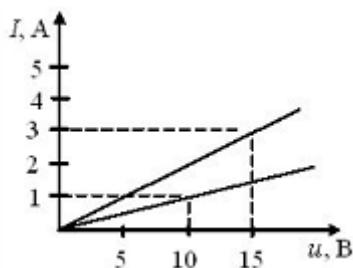
Сила тока в проводнике в течение интервала времени t равномерно увеличивается от 0 до I , затем в течение такого же промежутка времени остается постоянной, а затем за тот же интервал времени равномерно уменьшается до нуля t . За все время через проводник прошел заряд q , равный...

Варианты ответов:

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

Задание 7

Вольт-амперные характеристики двух нагревательных спиралей изображены на рисунке.



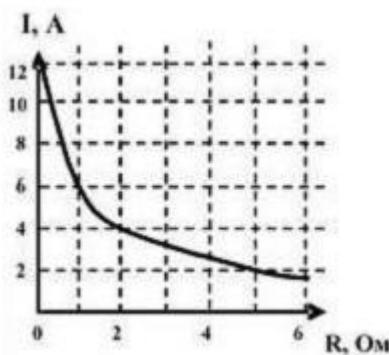
Из графиков следует, что сопротивление одной спирали больше сопротивления другой на ...

Варианты ответов:

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

Задание 8

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...

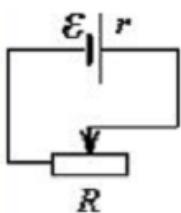


Варианты ответов:

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

Задание 9

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 10

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

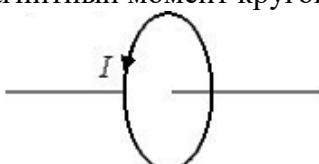
Варианты ответов:

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

Магнитное поле

Задание 11

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



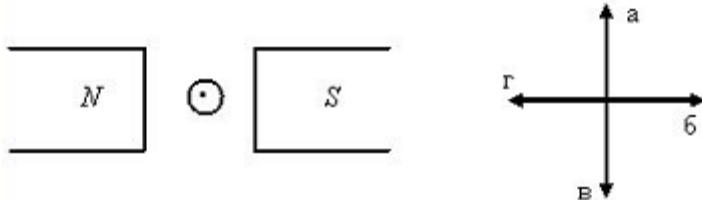
Варианты ответов:

- 1) по оси контура вправо;●

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

Задание 12

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



Варианты ответов:

- 1) г;
- 2) а;●
- 3) в;
- 4) б

Задание 13

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...

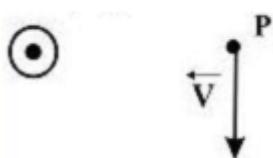


Варианты ответов:

- 1)d;
- 2)b;●
- 3)c;
- 4)a

Задание 14

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



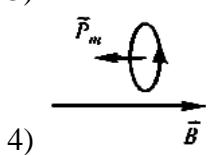
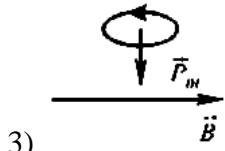
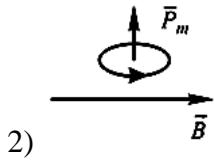
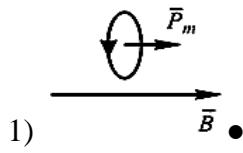
Варианты ответов:

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

Задание 15

Магнитный момент P_m контура с током ориентирован во внешнем магнитном поле 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 16

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...

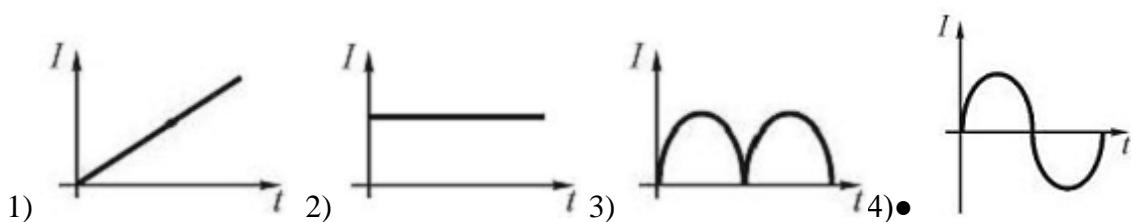
Варианты ответов:

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

Задание 17

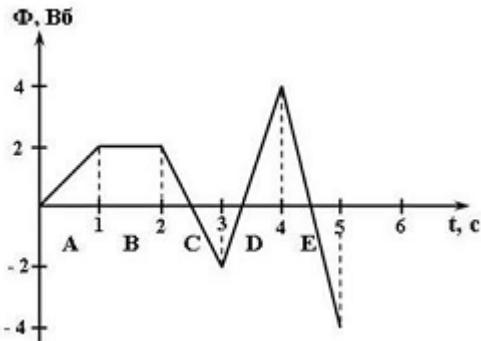
Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в магнитном поле. Зависимости силы тока, индуцируемого в рамке, от времени соответствует график ...

Варианты ответов:



Задание 18

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 19

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

$I \rightarrow$



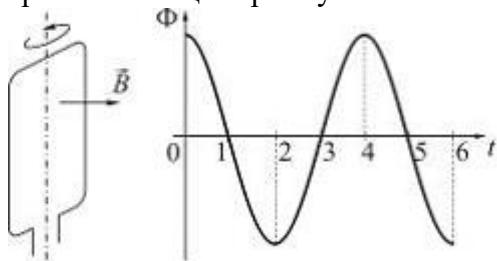
При выключении в проводнике тока заданного направления, в рамке ...

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 20

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

Электрические и магнитные свойства вещества

Задание 21

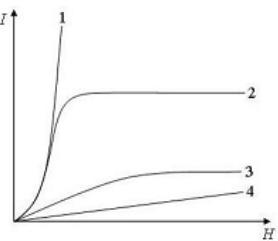
При помещении диэлектрика в электрическое поле напряженность электрического поля внутри бесконечного однородного изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ ...

Варианты ответов:

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

Задание 22

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



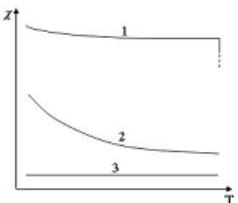
Укажите зависимость, соответствующую диамагнетикам.

Варианты ответов:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;●
- 4) 1

Задание 23

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



Варианты ответов:

- 1) 1;●
- 2) 2;
- 3) 3

Задание 24

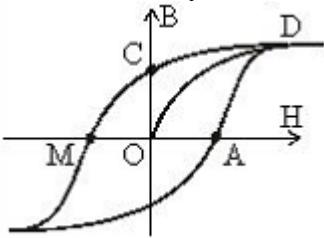
Для сегнетоэлектрика *справедливы* утверждения:

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 отсутствии внешнего электрического поля дипольные электрические моменты доменов равны нулю.

Задание 25

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



Варианты ответов:

- 1) OC; ●
- 2) OA;
- 3) OD;
- 4) OM

Уравнения Maxwella

Задание 26

Следующая система уравнений Maxwella:

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

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

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

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

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 ●

Физика колебаний и волн

Механические и электромагнитные колебания

Задание 27

Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0.9 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$.

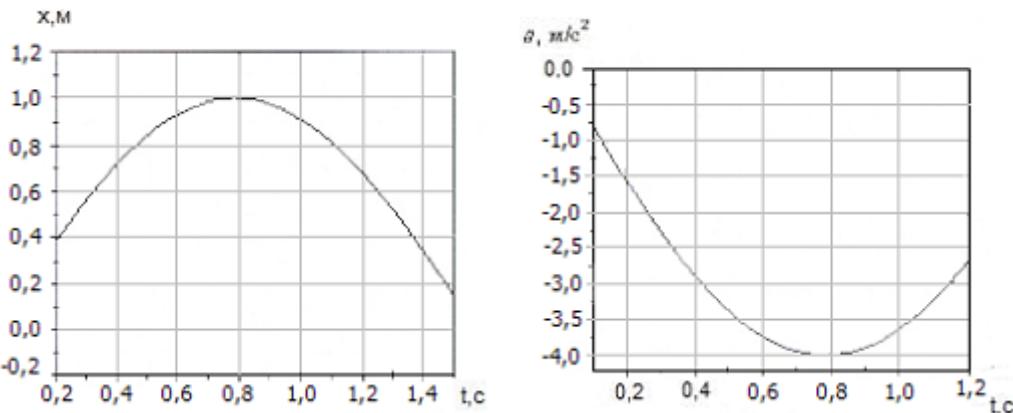
Максимальное значение ускорения точки равно...

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 28

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



Циклическая частота колебаний точки равна...

Варианты ответов:

- 1) 4c^{-1} ;
- 2) 3c^{-1} ;
- 3) 1c^{-1} ;
- 4) 2c^{-1} ●

Задание 29

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 30

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 31

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) π ;●
- 4) $\pi/4$

Задание 32

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

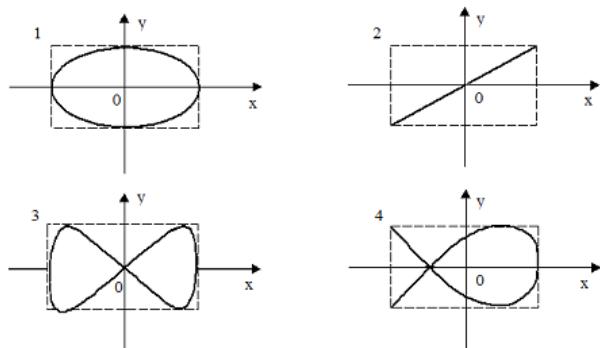
Траектория точки представляет собой...

Варианты ответов:

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

Задание 33

Точка М колеблется по гармоническому закону одновременно вдоль осей координат ОХ и ОY 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

Волны.

Уравнение волны.

Задание 34

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 м^{-1}) равно...

Варианты ответов:

- 1) 0,5;
- 2) 2; ●
- 3) 5;
- 4) 4

Задание 35

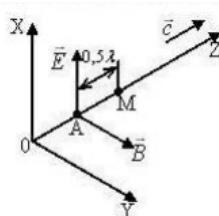
Для продольной волны справедливо утверждение ...

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.

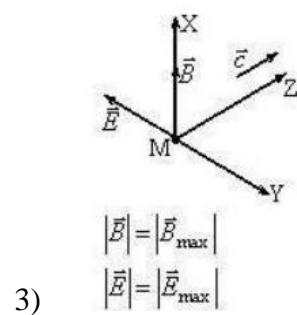
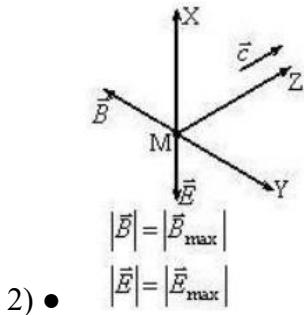
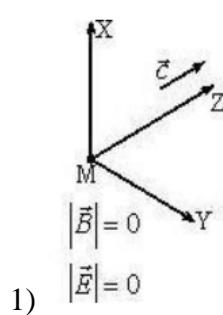
Задание 36

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



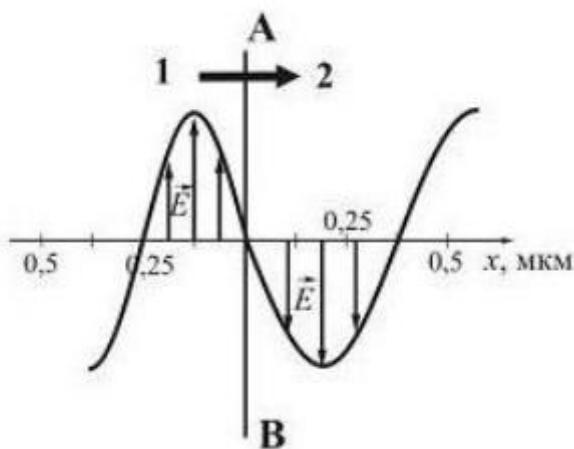
В тот же момент времени в точке М, находящейся на расстоянии $0,5\lambda$ от А, правильным является расположение векторов...

Варианты ответов:



Задание 37

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 38

Сейсмическая упругая волна с частотой 0,5 Гц и длиной волны 2,9 км, падающая под углом 45° на границу раздела между двумя слоями земной коры с различными свойствами, испытывает преломление, причем угол преломления равен 30° . 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 39

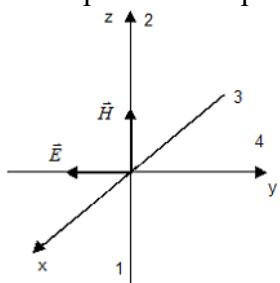
При увеличении в два раза амплитуды колебаний векторов напряженности электрического и магнитного полей плотность потока энергии ...

Варианты ответов:

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

Задание 40

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 ●

Время проведения: курс – 2, семестр – 4

Волновая оптика

Интерференция и дифракция света

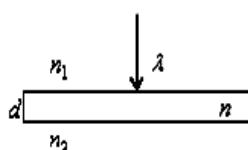
Задание 1

Когерентные волны с начальными фазами ϕ_1 и ϕ_2 и разностью хода Δ при наложении максимально усиливаются при выполнении условия ($k = 0, 1, 2$) ...

Варианты ответов:

- 1) $\Delta = (2k + 1)\lambda/2$;
- 2) $\phi_1 - \phi_2 = 2k\pi$; ●
- 3) $\phi_1 - \phi_2 = \pi/2$;
- 4) $\phi_1 - \phi_2 = (2k + 1)\pi$

Задание 2



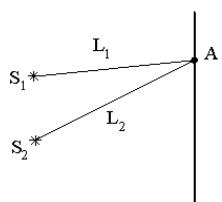
Тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления n и толщиной d помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 причем $n_1 > n > n_2$. На пластинку нормально падает свет с длиной волны λ . Оптическая разность хода интерферирующих отраженных лучей равна ...

Варианты ответов:

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

4) $2dn_2$

Задание 3



Если S_1 и S_2 – источники когерентных волн, а L_1 и L_2 – расстояния т. А до источников, то в т. A 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 4

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

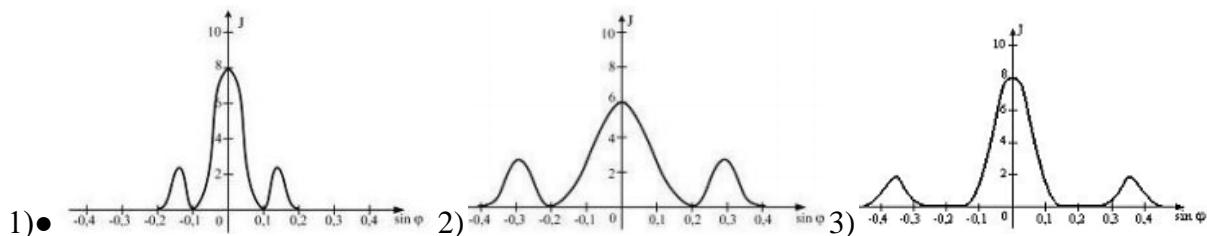
Варианты ответов:

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

Задание 5

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, ϕ – угол дифракции)

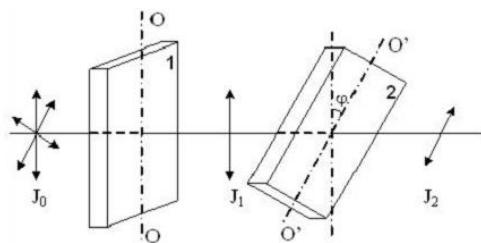
Варианты ответов:



Поляризация и дисперсия света

Задание 6

На пути естественного света помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластины 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° ;
- 2) 0° ;
- 3) 30° ;
- 4) 90°

Задание 7

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

Варианты ответов:

- 1) 60° ;
- 2) 30° ;
- 3) 90° ;
- 4) 45°

Задание 8

Радуга на небе объясняется...

Варианты ответов:

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

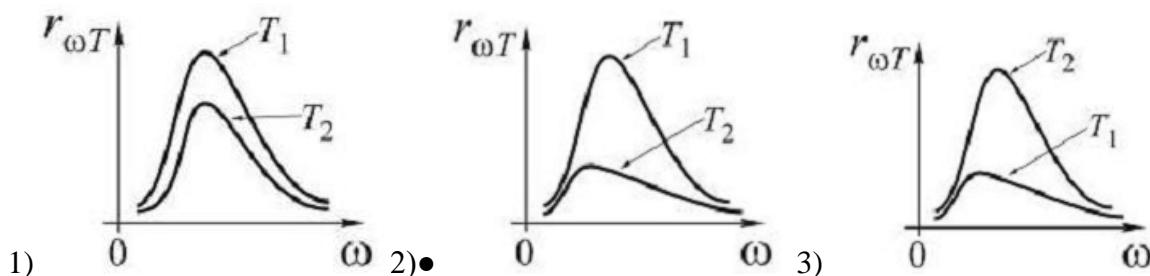
Квантово-оптические явления

Тепловое излучение. Фотоэффект.

Задание 9

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...

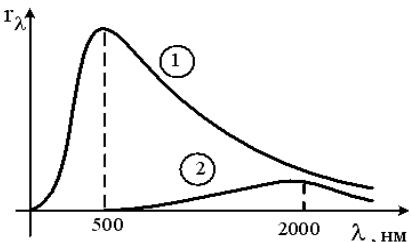
Варианты ответов:



Задание 10

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 11

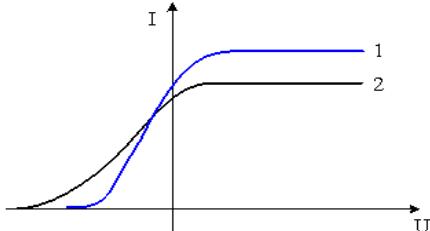
Величина фототока насыщения при внешнем фотоэффеќте зависит...

Варианты ответов:

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

Задание 12

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

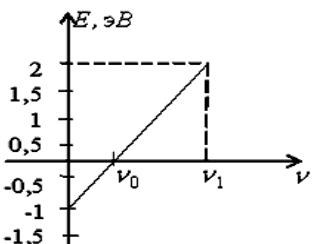


Варианты ответов:

- 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 13

На графике представлена зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Из графика следует, что для частоты ν_1 энергия падающего фотона равна ...



Варианты ответов:

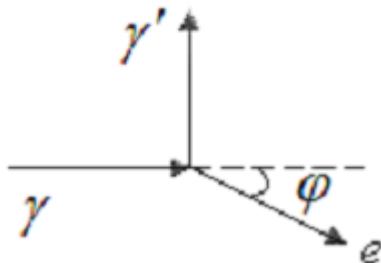
- 1) 1 эВ
- 2) 3 эВ*
- 3) 4 эВ
- 4) 2 эВ

Эффект Комптона. Световое давление.

Задание 14

На рисунке показаны направления падающего фотона γ , рассеянного фотона γ' , и электрона отдачи (e). Угол рассеяния 90^0 , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол

$\varphi=30^0$. Если импульс рассеянного фотона p'_ϕ то импульс электрона отдачи равен...



Варианты ответов:

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

Задание 15

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

Варианты ответов:

- 1) $\frac{h}{m_0 c} (1 + \cos \theta)$;
- 2) $\frac{\cos \theta}{m_0 c}$;
- 3) $\frac{2h}{m_0 c} (1 + \cos \theta)$;
- 4) $\frac{2h}{m_0 c}$ •

Задание 16

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 17

Параллельный пучок света, падающий на зеркальную плоскую поверхность под углом 60^0 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

Квантовая физика, физика атома.

Элементы квантовой механики

Дуализм свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Задание 18

Два источника излучают свет с длинной 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 19

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) α -частицы*
- 4) протоны

Задание 20

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 Δv_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 21

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

Уравнение Шредингера

Задание 22

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) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$;
- 4) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U(x, y, z, t) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$ •

Задание 23

Стационарное уравнение Шредингера имеет вид $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$.
Это уравнение описывает ...

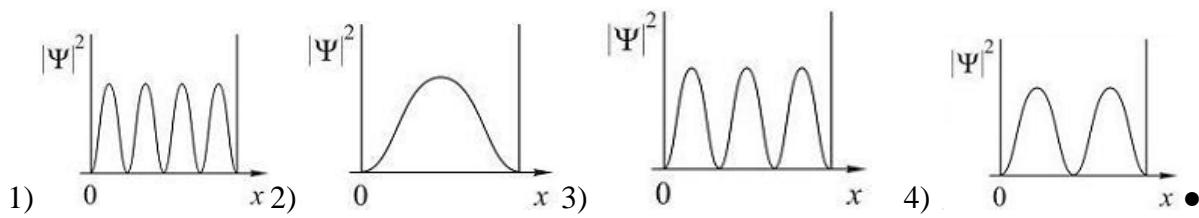
Варианты ответов:

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

Задание 24

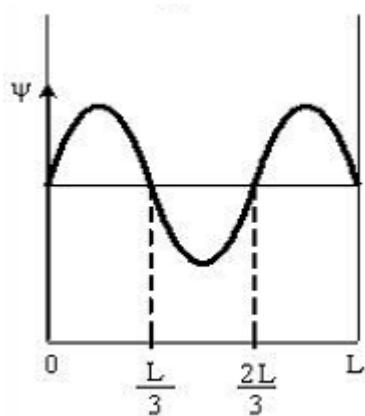
На рисунках приведены картины распределения плотности вероятности нахождения микрочастицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Состоянию с квантовым числом $n=2$ соответствует распределение...

Варианты ответов:



Задание 25

Вероятность обнаружить электрон на участке (a, b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле $W = \int_a^b \omega dx$, где ω -плотность вероятности, определяемая Ψ -функцией. Если Ψ -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 26

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) $n=4$

Элементы современной теории атомов и молекул

Спектр атома водорода. Правило отбора.

Задание 27

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

1	<i>n</i>
2	<i>l</i>
3	<i>m</i>

A	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 28

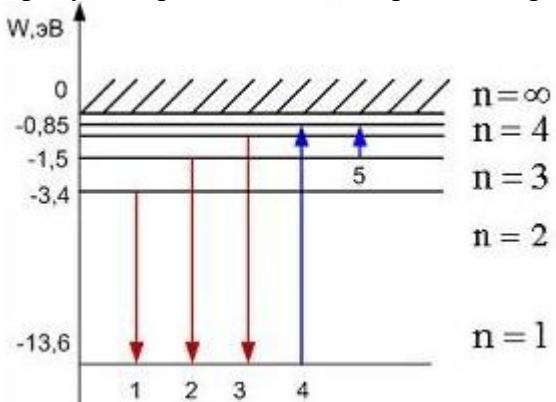
В атоме К и L оболочки заполнены полностью. Общее число электронов в атоме равно...

Варианты ответов:

- 1) 6;
- 2) 18;
- 3) 10;
- 4) 28;
- 5) 8

Задание 29

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода.



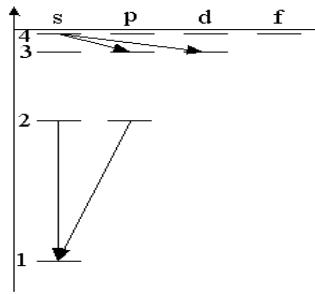
Поглощение фотона с наибольшей длиной волны происходит при переходе, обозначенном стрелкой под номером...

Варианты ответов:

- 1);
- 2) 5;●
- 3) 2;
- 4) 4;

Задание 30

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...

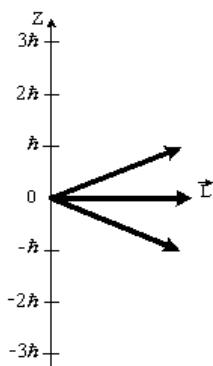


Варианты ответов:

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

Задание 31

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) $-3\hbar$

Ядро. Элементарные частицы.

Задание 32

Из перечисленных ниже частиц считается нуклоном ...

Варианты ответов:

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

Задание 33

Установить соответствие процессов взаимопревращения частиц:

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. β^- - распад | A. ${}_{-1}^0e + {}_{+1}^0e \rightarrow 2\gamma$ |
| 2. K-захват | B. ${}_{+1}^1p \rightarrow {}_{+1}^1n + {}_{-1}^0e + \nu_e$ |
| 3. β^+ - распад | C. ${}_{+1}^1p + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_{+1}^1n + \nu_e$ |
| 4. аннигиляция | D. ${}_{+1}^1n + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_{+1}^1p + \nu_e$ |

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 34

Чем больше энергия связи ядра, тем ...

Варианты ответа:

- 1) больше энергии выделяется в реакции термоядерного синтеза этого ядра с другими ядрами
- 2) меньше энергии выделяется 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 35

Дан элемент $^{14}_6C$. 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

Ядерные реакции

Задание 36

Сколько α – и β^- – распадов должно произойти, чтобы америция $^{241}_{95}Am$ превратился в стабильный изотоп висмута $^{209}_{83}Bi$.

Варианты ответа:

- 1) 8 α – распадов и 4 β^- – распадов ●
- 2) 7 α – распадов и 3 β^- – распадов
- 3) 6 α – распадов и 5 β^- – распадов
- 4) 9 α – распадов и 3 β^- – распадов

Задание 37

При бомбардировке ядер изотопа азота $^{14}_7N$ нейtronами образуется новый изотоп бора $^{11}_5B$. Второй продукт реакции образуется...

Варианты ответа

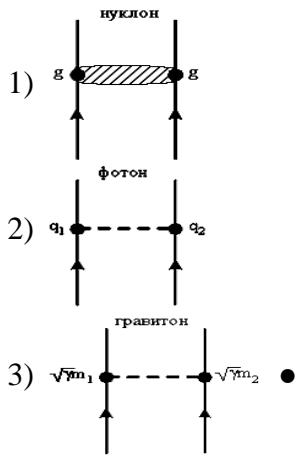
- 1) протон;
- 2) нейtron;
- 3) α -частица●
- 4) 2 протона;
- 5) 2 нейтрона;

Фундаментальные взаимодействия

Задание 38

Укажите квантовую схему, соответствующую гравитационному взаимодействию.

Варианты ответов:



Задание 39

В сильном взаимодействии не принимают участие ...

Варианты ответов:

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

5.3. КОНТРОЛЬ ДОМАШНИХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА» (Очная форма обучения)

Оцениваемые компетенции УК-1

5.3.1. Цель контролирующего мероприятия

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

5.3.2. Критерии оценки

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">– Правильно установлено происходящее физическое явление и выбраны соответствующие законы и формулы при решении задачи;– алгоритм решения в общем виде составлен правильно;– соблюдены все рекомендации по оформлению рисунка и решению задачи;– по требованию преподавателя задача объяснена с указанием всех используемых физических явлений, законов, выявлены связи между физическими явлениями и законами, получены размерности всех вычисляемых величин;– задачи сданы своевременно.<i>Решены все из предложенных задач.</i>
60-99	<ul style="list-style-type: none">– задачи решены не в общем виде, хотя решение соответствует алгоритму, но не соблюдены все требования по оформлению рисунка и решению задачи;– получены размерности не всех вычисляемых величин;– задачи сданы не своевременно.<i>Частично отсутствует решение одной из задач.</i>
50-59	<ul style="list-style-type: none">– выбрано правильное направление решения, решение задачи доведено до конца, но отсутствует графическое оформление решения, есть неточности в формулах.– не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой.<i>При частичном решении половины из предложенных задач</i>
0-49	<ul style="list-style-type: none">– не понимает сути методики решения задач;– допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения;– отсутствуют формулы и рисунок к решению задачи<i>Задачи решены частично или решение отсутствует</i>

Количество баллов	0...49	50...59	60...100
Шкала оценивания	не засчитано		засчитано

5.3.3. Процедура выполнения и проверки

Домашние индивидуальные задания решаются обучающимися 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 обучающегося объяснить решение одной из задач с указанием всех используемых физических явлений, законов. В случае отказа обучающегося общий балл понижается. Общий балл сообщается обучающемуся непосредственно после проверки заданий.

5.3.4. Задачи по темам

Время проведения: Курс – 1, семестр – 2

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 A*) тела, его начальная скорость \vec{v}_0 и ускорение свободного падения \vec{g} .

4. 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. 1. $v_0 = 10 \text{ м/с};$

рис. 2. $v_0 = 5 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 3. $v_0 = 20 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 4. $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 60^\circ;$

рис. 5. $v_0 = 15 \text{ м/с};$

рис. 6. $v_0 = 20 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 7. $v_0 = 5 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 8. $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 9. $v_0 = 8 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 10. $v_0 = 5 \text{ м/с};$

рис. 11. $v_0 = 12 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 12. $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 13. $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 14. $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ; \beta = 15^\circ.$

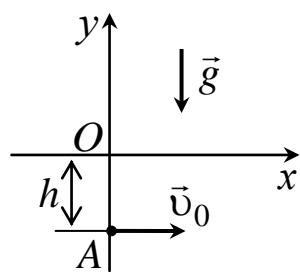


Рис. 1

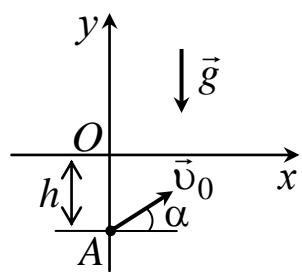


Рис. 2

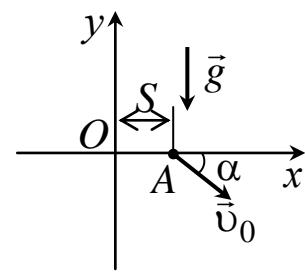


Рис. 3

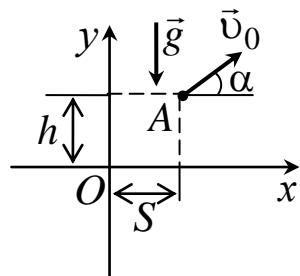


Рис. 4

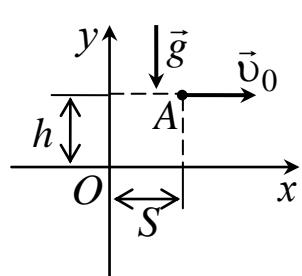


Рис. 5

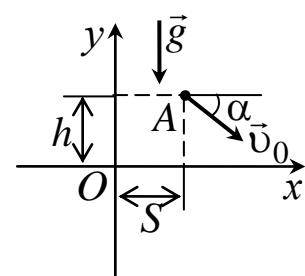


Рис. 6

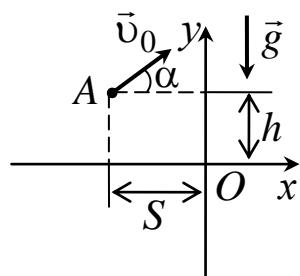


Рис. 7

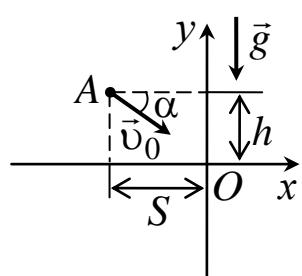


Рис. 8

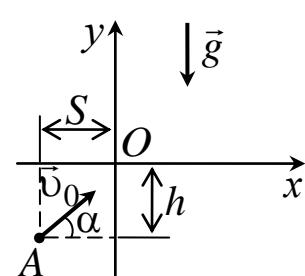


Рис. 9

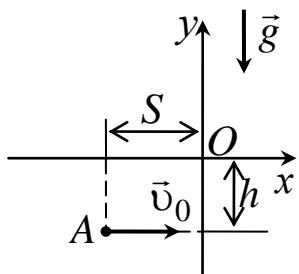


Рис. 10

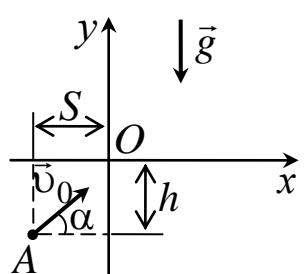


Рис. 11

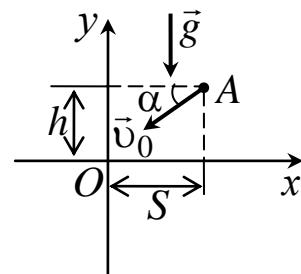


Рис. 12

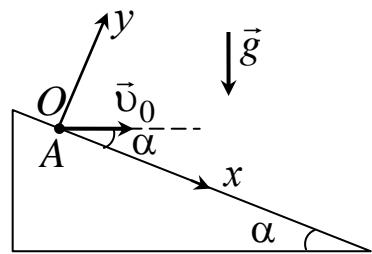


Рис. 13

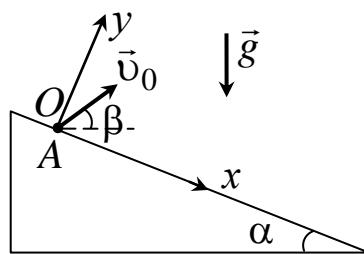


Рис. 14

5. Самолет, летевший на высоте 2940 м со скоростью 360 км/ч, сбросил бомбу. За какое время t до прохождения над целью и на каком расстоянии S от нее по горизонтали должен самолет сбросить бомбу, чтобы попасть в цель?

6. С какой скоростью бомба в условиях предыдущей задачи упадет на землю?

7. Мяч бросили со скоростью 10 м/с под углом 30° к горизонту. Определить дальность полета и время движения камня.

8. С башни высотой 25 м бросили горизонтально камень со скоростью 15 м/с. Определить время движения камня, дальность его полета и скорость в момент падения на землю.

9. Какой угол составит траектория камня с горизонтом в условиях предыдущей задачи?

10. Камень брошен горизонтально со скоростью 15 м/с. Через какое время скорость камня будет в 1,5 раза больше его начальной скорости?

11. Камень брошен горизонтально. Через 0,5 с его скорость увеличилась в 2 раза. С какой начальной скоростью брошен камень?

12. Камень брошен под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с. Определить время, за которое скорость камня уменьшится в 1,5 раза?

13. Футболист бьет 11-метровый штрафной удар так, что мяч взлетает под углом 45° к горизонту. Когда вратарь ловит мяч, скорость мяча составляет с горизонтом угол 30° . Какова скорость мяча сразу после удара?

14. Из пушки выстреливается снаряд со скоростью 100 м/с под углом 30° к горизонту. На какую максимальную высоту поднимется снаряд? Какова скорость снаряда в верхней точке?

15. С башни высотой 25 м бросили камень со скоростью 15 м/с под углом 30° к горизонту. Определить время движения камня и дальность его полета.

16. С какой скоростью камень упадет на землю в условиях предыдущей задачи?

17. Из пушки, стоящей на холме, составляющим 30° с горизонтом, производят выстрел в горизонтальном направлении. Начальная скорость снаряда 100 м/с. Снаряд приземляется на склон того же холма. Найти время полета снаряда и расстояние от пушки до точки приземления.

18. Миномет установлен под углом 60° к горизонту на крыше дома высотой 40 м. Начальная скорость мины 60 м/с. Определить время и горизонтальную дальность полета мины.

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) $n_1 = 2 \text{ об/с}; n_2 = 6 \text{ об/с}; n_3 = 10 \text{ об/с}; N = 50$. |
| 2) $n_1 = 4 \text{ об/с}; n_2 = 5 \text{ об/с}; n_3 = 8 \text{ об/с}; N = 10$. |
| 3) $n_1 = 5 \text{ об/с}; n_2 = 8 \text{ об/с}; n_3 = 11 \text{ об/с}; N = 50$. |
| 4) $n_1 = 4 \text{ об/с}; n_2 = 2 \text{ об/с}; n_3 = 1 \text{ об/с}; N = 10$. |
| 5) $n_1 = 0; n_2 = 2 \text{ об/с}; n_3 = 4 \text{ об/с}; N = 10$. |
| 6) $n_1 = 3 \text{ об/с}; n_2 = 6 \text{ об/с}; n_3 = 10 \text{ об/с}; N = 100$. |
| 7) $n_1 = 240 \text{ об/мин}; n_2 = 90 \text{ об/мин}; n_3 = 0; N = 20$. |
| 8) $n_1 = 60 \text{ об/мин}; n_2 = 120 \text{ об/мин}; n_3 = 240 \text{ об/мин}; N = 40$. |
| 9) $n_1 = 5 \text{ об/с}; n_2 = 4 \text{ об/с}; n_3 = 0; N = 10$. |
| 10) $n_1 = 7 \text{ об/с}; n_2 = 14 \text{ об/с}; n_3 = 30 \text{ об/с}; N = 100$. |
| 11) $n_1 = 4 \text{ об/с}; n_2 = 10 \text{ об/с}; n_3 = 22 \text{ об/с}; N = 50$. |
| 12) $n_1 = 1 \text{ об/с}; n_2 = 5 \text{ об/с}; n_3 = 20 \text{ об/с}; N = 20$. |
| 13) $n_1 = 2 \text{ об/с}; n_2 = 4 \text{ об/с}; n_3 = 10 \text{ об/с}; N = 40$. |
| 14) $n_1 = 3 \text{ об/с}; n_2 = 6 \text{ об/с}; n_3 = 12 \text{ об/с}; N = 30$. |

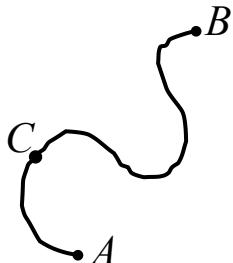


Рис. 15

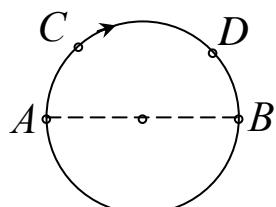


Рис. 16

3. Тело движется из точки A в точку B по траектории, показанной на рис. 15. Укажите направления скорости и ускорения тела в точке C при ускоренном, замедленном и равномерном движении тела.

4. Диск равнозамедленно вращается относительно оси, проходящей через его центр, по часовой стрелке. Как направлены векторы угловой скорости и углового ускорения диска?

5. Материальная точка движется равномерно по окружности из точки A в точку B (рис. 16). Покажите направления вектора средней скорости и вектора среднего ускорения точки.

6. Тело, брошенное с вышки под углом к горизонту, приземлилось в точке A , показанной на рис. 17. Как направлен вектор средней скорости тела?

7. Материальная точка движется по окружности с постоянным тангенциальным ускорением в направлении, показанном на рис. 3.16. Как направлен вектор полного ускорения в точке C при ускоренном и замедленном движении? Однаковы ли значения полного ускорения в точках C и D ?

8. Тело движется с постоянным по величине и направлению ускорением. Всегда ли в этом случае его движение прямолинейно?

9. Материальная точка движется равномерно по криволинейной траектории, показанной на рис. 15. В какой точке траектории ускорение максимально?

10. Точка M движется равномерно по свертывающейся плоской спирали (рис. 18). Как изменяется модуль ускорения точки?

11. У подножия горы санкам сообщена скорость, в результате они въезжают на горку до точки B , а затем начинают скользить обратно (рис. 19). Как направлены в точке A нормальное и тангенциальное ускорения?

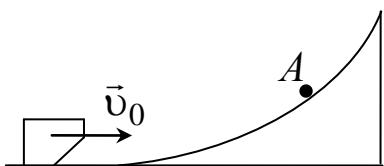


Рис. 19

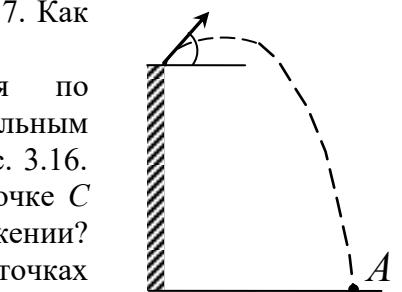


Рис. 17

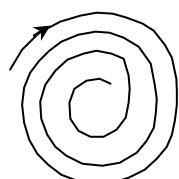


Рис. 18

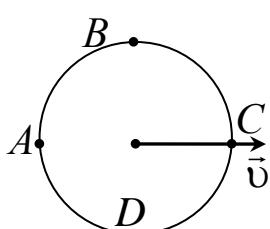


Рис. 21

12. Шарик на длинной нити совершает гармонические колебания, за полупериод перемещаясь из точки A в точку E (рис. 20). Укажите направления нормального и тангенциального ускорений в точках A, B, C, D, E . В каких точках обращается в нуль: а) нормальное ускорение; б) тангенциальное ускорение?

В каких точках эти ускорения максимальны?

13. Обруч катится равномерно без проскальзывания со скоростью \vec{v} (рис. 21). Как направлены векторы скорости и ускорения точек A, B, C, D ?

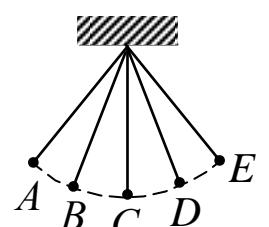


Рис. 20

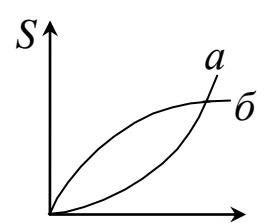


Рис. 22

14. Зависимость пройденного пути от времени для двух точек, движущихся прямолинейно, представлена на рис. 22 кривыми a и b . Какая из кривых соответствует ускоренному, а какая – замедленному движению?

15. На рис. 23 представлена зависимость скорости материальной точки, движущейся прямолинейно, от времени. В какой момент времени ускорение точки максимально?

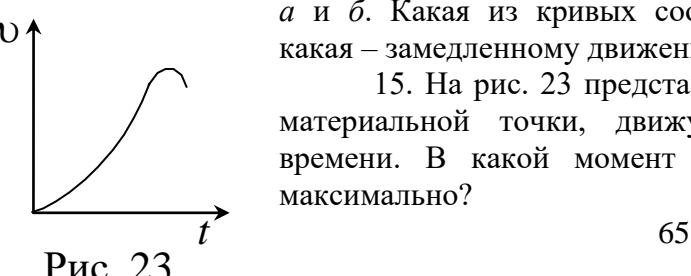


Рис. 23

16. Точка движется по плоской расширяющейся спирали так, что ее нормальное ускорение остается постоянным. Как изменяются при этом линейная и угловая скорости? Как направлено тангенциальное ускорение?

Динамика поступательного движения

1. На гладком столе лежит брусков массой $m = 4$ кг. К брускам привязан шнур, ко второму концу которого приложена сила $F = 10$ Н, направленная параллельно поверхности стола. Найти ускорение а бруска.
2. На столе стоит тележка массой $m_1 = 4$ кг. К тележке привязан один конец шнура, перекинутого через блок. С каким ускорением а будет двигаться тележка, если к другому концу шнура привязать гирю 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 а будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу $F = 10$ Н, направленную горизонтально? Какова будет сила натяжения Т шнур; соединяющего бруски, если силу 10 Н приложить к первому бруску? ко второму бруску? Трением пренебречь.
5. На гладком столе лежит брусков массой $m = 4$ кг. К брускам привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. К концам шнурков подвешены гири, массы которых $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Найти ускорение а, с которым движется брусков, и силу натяжения Т каждого из шнурков. Массой блоков и трением пренебречь.
6. Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha = 25^\circ$ с плоскостью горизонта, имеет длину $l = 2$ м. Тело, двигаясь равноускорено, скользнуло 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 $C = 1 \text{ м}/\text{с}^2$, $D = -0,2 \text{ м}/\text{с}^3$. 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 $t = 1$ кг, двигаясь равномерно, описывает четверть окружности радиусом $r = 1,2$ м в течение времени $t = 2$ с. Найти изменение Δp импульса точки.
11. К нити подвешен груз массой $m = 500$ г. Определить силу натяжения нити если нить с грузом 1) поднимается с ускорением $2 \text{ м}/\text{с}^2$ 2) опускается с ускорением $2 \text{ м}/\text{с}^2$
12. Шарик массой $m = 100$ г упал с высоты $h = 2,5$ 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 $m = 300$ г ударился о стену и отскочил от нее. Определить импульс p_1 , полученный стеной, если в последний момент перед ударом шарик имел скорость $V_0 = 10$ 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 $S = Acos(\omega t)$, где A и ω постоянные величины. Запишите закон изменения силы от времени.
15. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь $s = 5$ м и приобрела скорость $v = 2$ м/с. Определить работу A силы, если масса вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения $f = 0,01$.
16. Вычислить работу A , совершающую при равноускоренном подъеме груза массой $m = 100$ кг на высоту $h = 4$ м за время $t = 2$ с.

17. Найти работу А подъема груза по наклонной плоскости длиной $L = 2$ м, если масса груза равна 100 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 $F = 400$ Н, направленной вертикально вверх, груз массой $m=20$ кг был поднят на высоту $h = 15$ м. Какой потенциальной энергией P будет обладать поднятый груз? Какую работу A совершил сила F ?

19. Тело массой $m = 1$ кг, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью $V_0 = 20$ м/с, через $t = 3$ 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 Т камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную P энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

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

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.

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.

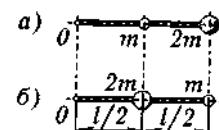


Рис. 3.7

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.

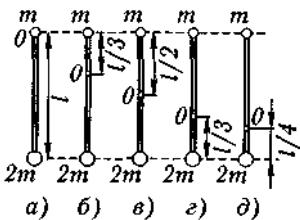


Рис. 3.11

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 b , 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 c , 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 d , 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 e , 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/с² около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить врачающий 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/с², $C = -1$ рад/с³. 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 ω 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⁻¹. На краю платформы стоит человек, масса m которого равна 80 кг. С какой частотой ν будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции J платформы равен 120 кг·м². 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⁻¹. 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·м².

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

28. Кинетическая энергия T вращающегося маховика равна 1 кДж. Под действием постоянного тормозящего момента маховик начал вращаться равнозамедленно и, сделав $N = 80$ оборотов, остановился. Определить момент M силы торможения.

29. Маховик, момент инерции J которого равен 40 кг·м², начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы $M = 20$ Н·м. Вращение продолжалось в течение $t = 10$ с. Определить кинетическую энергию T , приобретенную маховиком.

30. Пуля массой $m = 10$ г летит со скоростью $v = 800$ м/с, вращаясь около продольной оси с частотой $n = 3000$ с⁻¹. Принимая пулю за цилиндр диаметром $d = 8$ мм, определить полную кинетическую энергию T пули.

31. Сплошной цилиндр массой $m = 4$ кг катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Линейная скорость v оси цилиндра равна 1 м/с. Определить полную кинетическую энергию T цилиндра.

32. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу $m = 2$ кг, катятся без скольжения с одинаковой скоростью $v = 5$ м/с. Найти кинетические энергии T_1 и T_2 этих тел.

33. Шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Полная кинетическая энергия T шара равна 14 Дж. Определить кинетическую энергию поступательного и вращательного движения шара.

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 и 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° 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 $t = 10$ 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° 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 $v = 600$ м/с, попала в баллистический маятник (рис. 2.9) массой $M = 5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , откочнувшись после удара, поднялся маятник?

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 $\phi = 60^\circ$ 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 ΔU 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 и 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 · м/с. Удар шаров прямой, упругий. Определить непосредственно после удара: 1) импульсы p'_1 первого шара и p'_2 второго шара; 2) изменение Δp_1 импульса первого

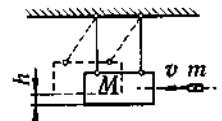


Рис. 2.9

шара; 3) кинетические энергии T_1 первого шара и T_2 второго шара; 4) изменение ΔT_1 кинетической энергии первого шара; 5) долю в 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 • м/с. Удар шаров прямой, неупругий. Определить непосредственно после удара: 1) импульсы p_1' первого шара и p_2' второго шара; 2) изменение Δp_1 импульса первого шара; 3) кинетические энергии T'_1 первого шара и T'_2 второго шара; 4) изменение ΔT_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 ΔU 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 поконится. В результате прямого удара меньший шар потерял $w = 3/4$ своей кинетической энергии T_1 . Определить отношение $k = M/m$ масс шаров.

Механика сплошных сред

1. К стальному стержню длиной 3 м и диаметром $d = 2$ см подвешен груз массой $m = 2,5 \cdot 10^3$ кг. Определить напряжение в стержне, относительное и абсолютное удлинение стержня. Модуль Юнга для стали $E = 200$ ГПа.

2. Какой наибольший груз может выдержать стальная проволока диаметром 1 мм, если предел упругости 294 МПа? Какую долю первоначальной длины составляет удлинение проволоки при этом грузе?

3. Пружина жесткостью $k = 500$ Н/м сжата силой 100 Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на 2 см.

4. Какую работу A нужно совершить, чтобы пружину жесткостью $k = 800$ Н/м, сжатую на 6 см, дополнительно сжать на 8 см?

5. К вертикальной проволоке длиной 5 м и площадью поперечного сечения $S = 2$ мм² подвешен груз массой $m = 5,1$ кг. В результате проволока удлинилась на 0,6 мм. Найти модуль Юнга E материала проволоки.

6. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость воды в широкой части трубы равна 20 см/с. Определить скорость в узкой части трубы, диаметр d_2 которой в 1,5 раза меньше диаметра d_1 широкой части.

7. В широкой части горизонтально расположенной трубы нефть течет со скоростью 2 м/с. Определить скорость течения нефти в узкой части трубы, если разность давлений в широкой и узкой частях ее равна 6,65 кПа.

8. Вода течет по круглой гладкой трубе диаметром 5 см со средней по сечению скоростью 10 см/с. Определить число Рейнольдса Re для потока жидкости в трубе. Указать характер течения жидкости. Динамическую вязкость воды принять равной 1 мПа·с.

9. В трубе с внутренним диаметром 3 см течет вода. Определить максимальный массовый расход воды при ламинарном течении.

10. Медный шарик диаметром 1 см падает с постоянной скоростью в касторовом масле. Является ли движение масла, вызванное падением шарика ламинарным? При данной температуре касторовое масло имеет динамическую вязкость 987 мПа·с. Критическое значение числа Рейнольдса $Re_{kp} = 0,5$.

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 (K -система) π -мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние $L=75$ м. Скорость v π -мезона равна 0,995с. Определить собственное время жизни t_0 мезона.

3. Собственное время жизни t_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 0,8 с.

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

9. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить скорость частицы массой m_0 от $v_1 = 0,6$ с до $v_2 = 0,8$ с? 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 β скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы её кинетическая энергия W_k была равна её энергии покоя W_0 ?

13. Синхрофазotron даёт пучок протонов с кинетической энергией $W_k = 10$ ГэВ. Какую долю β 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?

Основное уравнение МКТ газов.

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⁻³.

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 v и концентрацию n молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью $V = 240$ см³ при температуре $T = 290$ К и давлении $p = 50$ кПа.

5. В колбе вместимостью $V = 100$ см³ 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 $V = 240$ см³ находится газ при температуре $T = 290$ К и давлении $p = 50$ кПа. Определить количество вещества v газа и число N его молекул.

7. Давление p газа равно 1 мПа, концентрация n его молекул равна 10^{10} см⁻³. 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 $v = 1$ кмоль.

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

10. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу $m = 10^{-18}$ г. Во сколько раз уменьшится их концентрация n при увеличении высоты на $\Delta h = 10$ м? Температура воздуха $T = 300$ К.

11. Масса m каждой из пылинок, взвешенных в воздухе, равна 1 аг. Отношение концентрации n_1 пылинок на высоте $h_1 = 1$ м к концентрации по их на высоте $h_0 = 0$ равно 0,787. Температура воздуха $T = 300$ К. Найти по этим данным значение постоянной Авогадро N_A .

12. На сколько уменьшится атмосферное давление $p = 100$ кПа при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту $h = 100$ м? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

13. На какой высоте h над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

14. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление $p = 90$ кПа. На какой высоте h летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление $p_0 = 100$ кПа? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

15. Найти изменение высоты Δh , соответствующее изменению давления на $\Delta p = 100$ Па, в двух случаях: 1) вблизи поверхности Земли, где температура $T_1 = 290$ К, давление $p_1 = 100$ кПа; 2) на некоторой высоте, где температура $T_2 = 220$ К, давление $p_2 = 25$ кПа.

16. Барометр в кабине летящего самолета все время показывает одинаковое давление $p = 80$ кПа, благодаря чему летчик считает высоту h полета неизменной. Однако температура воздуха изменилась на $\Delta T = 1$ К. Какую ошибку Δh в определении высоты допустил летчик? Считать, что температура не зависит от высоты и что у поверхности Земли давление $p_0 = 100$ кПа.

17. Используя закон распределения молекул идеального газа по скоростям, найдите формулу наиболее вероятной скорости.

18. Используя закон распределения молекул идеального газа по скоростям, найдите среднюю арифметическую скорость молекул.
19. Используя закон распределения молекул идеального газа по скоростям, найдите среднюю квадратичную скорость.
20. Используя закон распределения молекул идеального газа по энергиям, найдите среднюю кинетическую энергию молекул.
21. Используя закон распределения молекул идеального газа по энергиям, найдите наиболее вероятное значение энергии молекул.

Явления переноса

1. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях $D = 0.91 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить коэффициент теплопроводности λ , водорода.
2. Коэффициент диффузии кислорода при температуре 0°C $D = 0.19 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить среднюю длину $\langle r \rangle$ свободного пробега молекул кислорода.
3. Средняя длина $\langle r \rangle$ свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна $1.8 \cdot 10^7 \text{ см}$. Определить коэффициент диффузии D гелия при этих условиях.
4. При нормальных условиях динамическая вязкость азота $\eta = 17 \text{ мкПас}$. Определить среднюю длину $\langle r \rangle$ свободного пробега молекул газа.
5. Азот находится под давлением 100 кПа при температуре 290 К . Определить коэффициент диффузии D и коэффициент внутреннего трения η . Эффективный диаметр молекул азота принять равным 0.38 нм .
6. Определить коэффициент теплопроводности λ азота, если коэффициент внутреннего трения η для него при тех же условиях равен $10 \text{ мкПа}\cdot\text{с}$.
7. Определить среднее число $\langle Z \rangle$ соударений в секунду молекул водорода при давлении $p = 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$ и температуре $T = 300 \text{ К}$.
8. Определить плотность ρ кислорода, если средняя длина свободного пробега его молекул $\langle r \rangle = 0.1 \text{ см}$.
9. При нормальных условиях длина свободного пробега $\langle r \rangle$ молекулы водорода равна 0.112 нм . Определить эффективный диаметр d молекулы водорода газа.
10. При каком давлении p средняя длина $\langle r \rangle$ свободного пробега молекулы азота равна 1 м , если температура T газа равна 300 К ?

Первое начало термодинамики

1. Водород массой $m = 4 \text{ г}$ был нагрет на $\Delta T = 10 \text{ К}$ при постоянном давлении. Определить работу A расширения газа.
2. Газ, занимавший объем $V_1 = 12 \text{ л}$ под давлением $p_1 = 100 \text{ кПа}$, был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 300 \text{ К}$ до $T_2 = 400 \text{ К}$. Определить работу A расширения газа.
3. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 5 \text{ г}$, взятого при температуре $T = 290 \text{ К}$, если объем газа увеличивается в три раза?
4. При адиабатном сжатии кислорода массой $m = 1 \text{ кг}$ совершена работа $A = 100 \text{ кДж}$. Определить конечную температуру T_2 газа, если до сжатия кислород находился при температуре $T_1 = 300 \text{ К}$.
5. Определить работу A адиабатного расширения водорода массой $m = 4 \text{ г}$, если температура газа понизилась на $\Delta T = 10 \text{ К}$.
6. Азот массой $m = 2 \text{ г}$, имевший температуру $T_1 = 300 \text{ К}$, 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 $V_1 = 1 \text{ л}$ под давлением $p_1 = 1.2 \text{ МПа}$, адиабатно расширился до объема $V_2 = 10 \text{ л}$. 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 ΔU внутренней энергии; 3) совершенную газом работу A .

9. Водород занимает объем $V_1 = 10$ м³ при давлении $p = 100$ кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2 = 300$ кПа. Определить: 1) изменение ΔU 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 $V_1 = 1$ м³ до $V_2 = 3$ м³. Определить: 1) изменение ΔU 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 ΔU его внутренней энергии.

14. Кислород массой $m = 2$ кг занимает объем $V_1 = 1$ м³ и находится под давлением $p_1 = 0,2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$ м³, а затем при постоянном объеме до давления $p_3 = 0,5$ МПа. Найти: 1) изменение внутренней энергии ΔU 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 ΔU внутренней энергии газа.

16. Какая доля w_1 количества теплоты Q_1 , подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение ΔU 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 ΔU 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 $V_1 = 1,2$ м³ при температуре $T = 560$ К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем $V_2 = 4,2$ м³, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение ΔU 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 ΔU 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. Совершая замкнутый цикл, газ получил от нагревателя теплоту $Q_1 = 4 \cdot 10^3$ Дж. Термический КПД цикла $\eta = 0,1$. Определить работу A , совершенную газом в результате протекания всего цикла, а также работу при изотермическом расширении газа и работу при его изотермическом сжатии.

24. Газ, совершающий цикл Карно, получает от нагревателя теплоту $Q_1 = 42$ кДж. Какую работу совершает газ, если температура T_1 нагревателя в три раза выше, чем температура T_2 охладителя?

25. Газ совершает цикл Карно. Температура охладителя $T_2 = 290$ К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от $T_1 = 400$ К до $T_1' = 600$ К.

26. Температура нагревателя тепловой машины, работающей по циклу Карно, 470 К, а холодильника - 290 К. Определить термический КПД машины. На сколько нужно повысить температуру нагревателя, чтобы увеличить КПД машины в два раза при неизменной температуре холодильника?

27. Газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя T_1 в четыре раза выше температуры охладителя T_2 . Какую долю теплоты, получаемой за один цикл от нагревателя, газ отдает охладителю?

Второе начало термодинамики.

1. Два килограмма льда, находящегося при температуре $t_1 = -13$ °С, нагрели и расплавили при 0 °С. Определить изменение ΔS энтропии.

2. В результате изохорического нагревания водорода массой $m = 1$ г давление газа увеличилось в два раза. Определить изменение ΔS энтропии.

3. Найти изменение ΔS энтропии при расширении азота массой $m = 4$ г от объема $V_1 = 5$ л до объема $V_2 = 9$ л, если процесс изобарический.

4. Смешано $m_1 = 5$ кг воды при температуре $t_1 = 10$ °С с $m_2 = 8$ кг воды при температуре $t_2 = 80$ °С. Найти: а) температуру $t_{\text{см}}$ смеси; б) изменение ΔS энтропии, происходящее при смешивании.

5. Азот массой $m = 10,5$ г изотермически расширяется от объема $V_1 = 2$ л до объема $V_2 = 5$ л. Найти изменение ΔS энтропии.

Время проведения Курс – 2 Семестр – 3

Расчет напряженности электрического поля точечных зарядов и заряженных тел произвольной формы

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

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

3. Две параллельно расположенные плоскости заряжены с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 0,4 \cdot 10^{-5}$ Кл/м² и $\sigma_2 = 0,6 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². Определить напряженность поля между плоскостями и вне плоскостей. Решение пояснить рисунком.

4. Два точечных заряда $q_1 = 30$ нКл и $q_2 = -10$ нКл находятся в воздухе на расстоянии 10 см друг от друга. Определить напряженность поля, создаваемого этими зарядами, в точке,

удаленной на 9 см от положительного заряда и 7 см от отрицательного заряда. Решение пояснить рисунком.

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

6. Расстояние между двумя параллельно расположенными бесконечно длинными металлическими нитями равно 10 см. Одна нить заряжена с линейной плотностью $\tau_1 = 6 \cdot 10^{-4}$ Кл/м, другая $\tau_2 = 3 \cdot 10^{-4}$ Кл/м. Найти напряженность поля в точке, удаленной на расстояние 10 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 $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \text{ нКл}$ 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 $R_2 = 10 \text{ см}$ имеется полость радиусом $R_1 = 5 \text{ см}$. Заряд шара $q = 10^{-7} \text{ Кл}$. Шар помещен в масло ($\epsilon_2 = 2,2$). Какова напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра шара на расстояниях: $r_1 = 3 \text{ см}$, $r_2 = 6 \text{ см}$, $r_3 = 12 \text{ см}$? 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 $a = 0,5 \text{ м}$ от нее против ее середины равна 200 В/м .

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

14. Определить напряженность поля, создаваемого тонким длинным стержнем, равномерно заряженным с линейной плотностью заряда $\tau = 20 \text{ мкКл}/\text{м}$ в точке, находящейся на расстоянии $a = 2 \text{ см}$ 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 σ .

Расчет потенциала электрического поля

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

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

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

4. Электрон с энергией $T = 400 \text{ эВ}$ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 10 \text{ см}$. Определить

минимальное расстояние, на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если ее заряд $q = -10 \text{ нКл}$.

5. Определить ускоряющую разность потенциалов $\Delta\phi$, которую должен пройти в электрическом поле протон, обладающий скоростью $v_0 = 10^6 \text{ м/с}$, чтобы его скорость возросла в 2 раза.

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

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

8. Шарик с массой $m = 1 \text{ г}$ и зарядом $q = 10 \text{ нКл}$ перемещается из точки 1, потенциал которой $\phi_1 = 600 \text{ В}$, в точку 2, потенциал которой $\phi_2 = 0$. Найти его скорость в точке 1, если в точке 2 она стала равной $v_2 = 25 \text{ см/с}$.

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

10. Найти потенциал ϕ точки поля, находящейся на расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от центра заряженного шара радиусом $R = 1 \text{ см}$. Задачу решить, если: а) задана поверхностная плотность заряда на шаре $0,1 \text{ мкКл/м}^2$; б) задан потенциал шара $\phi_0 = 300 \text{ В}$.

Энергия заряженного проводника, конденсатора, электрического поля

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

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

3. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов $\Delta\phi_1 = 600 \text{ В}$ 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 $\Delta\phi_2 = 100 \text{ В}$.

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

5. Плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого 2 см , а площадь каждой обклад-

ки 200 см^2 , зарядили до разности потенциалов 200 В и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до 6 см ?

6. 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?

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

8. 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 $\Delta\phi_1$ и $\Delta\phi_2$ между их обкладками.

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

10. Между пластинами плоского конденсатора емкостью 5 мкФ находится плотно прилегающая стеклянная пластина. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\varphi = 100$ В. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть стеклянную пластину из конденсатора? Диэлектрическая проницаемость стекла $\epsilon = 7$

Законы постоянного тока

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

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

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

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

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

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

7. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление $R_1 = 2$ Ом, а затем на внешнее сопротивление $R_2 = 0,5$ 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 $P = 2,54$ Вт.

8. Сопротивление $R_1 = 5$ Ом, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение $u_1 = 10$ В. Если заменить сопротивление на $R_2 = 12$ Ом, то вольтметр покажет напряжение $u_2 = 12$ В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

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

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

11. Источник постоянного тока один раз подсоединяют к катушке сопротивлением 9 Ом, другой раз – 16 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 $R = 10$ Ом равномерно убывает от значения $I_0 = 20$ А до $I_k = 5$ А в течение времени $t = 10$ с. Определить теплоту Q , выделившуюся в этом проводнике за указанный промежуток времени.

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

14. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от нуля до некоторого максимального значения в течение времени $\Delta t = 20$ с. За это время в проводнике выделилась

теплота $Q = 4$ кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если сопротивление его $R = 5$ Ом.

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

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

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

18. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20$ Ом нарастает в течение времени $\Delta t = 2$ с по линейному закону от $I_0 = 2$ А до $I_k = 6$ 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 $R = 10$ Ом за время $t = 50$ с равномерно нарастает от $I_1 = 5$ А до $I_2 = 10$ А. Определить теплоту Q , выделившуюся за это время в проводнике.

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

Расчет цепей постоянного тока по правилам Кирхгофа

7.3. Запишите уравнения Кирхгофа для схемы, показанной на:

7.3.1. Рис. 7.15

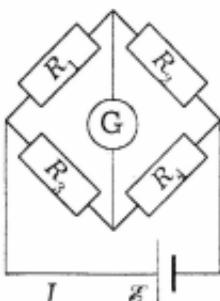


Рис. 7.15

7.3.2. Рис. 7.16

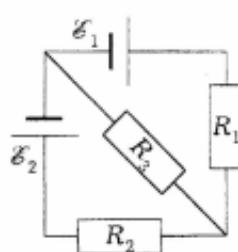


Рис. 7.16

7.3.3. Рис. 7.17

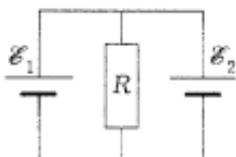


Рис. 7.17

7.3.4. Рис. 7.18

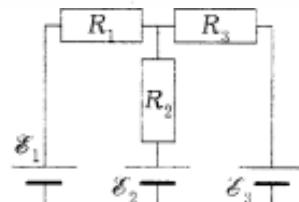


Рис. 7.18

7.3.5. Рис. 7.19

7.3.6. Рис. 7.20

7.3.7. Рис. 7.21

7.3.8. Рис. 7.22

7.3.9. Рис. 7.23

7.3.10. Рис. 7.24

7.3.11. Рис. 7.25

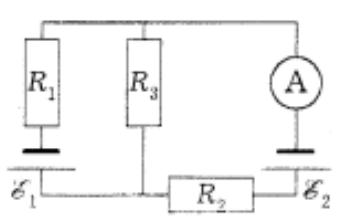


Рис. 7.19

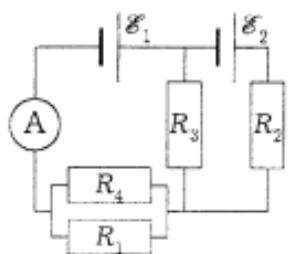


Рис. 7.20

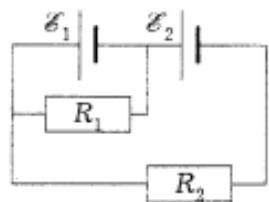


Рис. 7.21

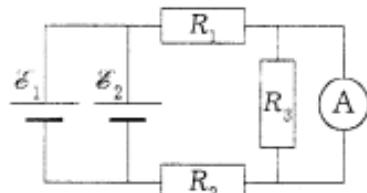


Рис. 7.22

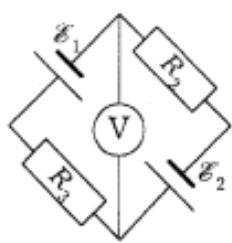


Рис. 7.23

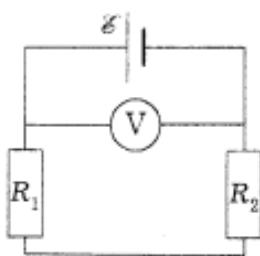


Рис. 7.24

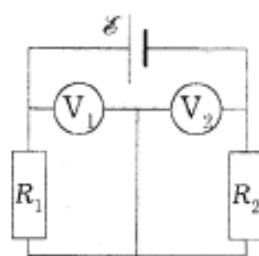


Рис. 7.25

7.4.1. На рис. 7.16 $\mathcal{E}_1 = 3$ В, $\mathcal{E}_2 = 4$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_3 = 4$ Ом. Определите токи во всех участках цепи.

7.4.2. На рис. 7.17 $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2$ В, $r_1 = 1$ Ом, $r_2 = 2$ Ом, через элемент \mathcal{E}_1 течет ток $I_1 = 1$ А. Определите остальные токи в цепи.

7.4.3. На рис. 7.17 $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 6$ В, $r_1 = 1$ Ом, $r_2 = 2$ Ом, через элемент \mathcal{E}_1 течет ток $I_1 = 3$ А. Определите сопротивление R .

7.4.4. На рис. 7.17 $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 4$ В, $r_1 = r_2 = 0,5$ Ом, через элемент \mathcal{E}_1 течет ток $I_1 = 2$ А. Определите остальные токи в цепи.

7.4.5. На рис. 7.17 $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 4$ В, $r_1 = r_2 = 0,5$ Ом, через элемент \mathcal{E}_1 течет ток $I_1 = 2$ А. Определите сопротивление R .

7.4.6. На рис. 7.26 $\mathcal{E}_1 = 3$ В, $\mathcal{E}_2 = 6$ В, $R_1 = 0,5$ Ом. Разность потенциалов на сопротивлении R_2 равна $U = 1,5$ В (ток по этому сопротивлению течет справа налево). Определите показание амперметра. Сопротивлением амперметра пренебречь.

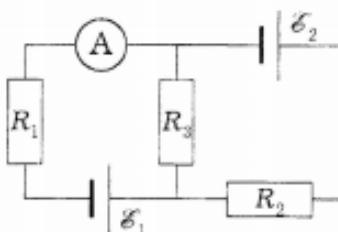


Рис. 7.26

7.4.7. На рис. 7.26 $\mathcal{E}_1 = 30$ В, $\mathcal{E}_2 = 5$ В, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 20$ Ом. Через амперметр течет ток $I = 1$ А, направленный от R_3 к R_1 . Определите сопротивление R_1 .

7.4.8. На рис. 7.19 $\mathcal{E}_1 = 2$ В, $\mathcal{E}_2 = 1$ В, $R_1 = 1$ кОм, $R_2 = 0,5$ кОм. При каком сопротивлении R_3 ток через амперметр не потечет?

7.4.9. На рис. 7.19 $\mathcal{E}_1 = 2$ В, $\mathcal{E}_2 = 3$ В, $R_2 = 100$ Ом, $R_2 = 400$ Ом, сопротивление амперметра $R_A = 200$ Ом. Напряжение на сопротивлении R_3 : $U_3 = 1$ В (ток через это сопротивление направлен снизу вверх). Определите все токи в цепи.

7.4.10. На рис. 7.18 $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 = 18$ В, $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 12$ Ом. При коротком замыкании верхнего узла схемы с отрицательным зажимом батарей через замыкающий провод течет ток $I = 4,8$ А. Найти токи во всех участках цепи и сопротивление R_3 .

7.4.11. На рис. 7.18 $\mathcal{E}_1 = 2$ В, $\mathcal{E}_2 = 4$ В, $\mathcal{E}_3 = 6$ В, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 8$ Ом. Определить токи во всех участках цепи.

Расчет индукции магнитного поля. Применение законов Био-Савара-Лапласа и закона постоянного 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 ℓ 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.

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

Работа в магнитном поле

1. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии $d_1 = 5 \text{ см}$ друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи $I_1 = 20 \text{ А}$ и $I_2 = 30 \text{ А}$. Какую работу надо совершить (на единицу длины проводников), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $d_2 = 15 \text{ см}$?

2. Найти кинетическую энергию (в электрон-вольтах) протона, движущегося по дуге окружности радиусом $R = 6 \text{ см}$ в магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$.

3. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью 10^6 м/с . Индукция магнитного поля $0,3 \text{ Тл}$. Радиус окружности $R = 4 \text{ см}$. Найти заряд q частицы, если известно, что ее энергия $W = 12 \text{ кэВ}$.

4. В однородном магнитном поле напряженностью 80 кА/м помещена квадратная рамка, плоскость которой составляет с направлением магнитного поля угол $\phi = 30^\circ$. Сторона рамки 4 см. Найти магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.

5. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью 400 см^2 . Поддерживая в контуре постоянную силу тока 25 А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить индукцию магнитного поля, если при перемещении контура была совершена работа 0,25 Дж.

6. Плоский контур с током 20 А свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $0,15 \text{ Тл}$. Площадь контура 160 см^2 . Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\phi = 60^\circ$. Определить совершенную при этом работу A .

7. В средней части соленоида, содержащего 10 витков на каждый сантиметр длины, помещен круговой виток диаметром $d = 1$ см. Плоскость витка расположена под углом $\varphi = 30^\circ$ к оси соленоида. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток $I = 10$ А.

8. Плоский контур площадью $S = 16$ см² находится в однородном магнитном поле индукцией $B = 25$ мТл. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\varphi = 60^\circ$ направлением линий индукции.

9. На длинный картонный каркас диаметром $D = 2$ см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром $d = 0,5$ мм. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I = 4$ А.

10. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I = 50$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 0,025$ Тл). Диаметр витка $d = 20$ см. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\varphi = 120^\circ$?

11. Виток радиусом $R = 10$ см, по которому течет ток силою $I = 20$ А, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью $H = 103$ А/м. Виток повернули относительно диаметра на угол $\varphi = 60^\circ$. Определить совершенную работу.

12. Кольцо радиусом $R = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 300$ мТл. Плоскость кольца составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями индукции магнитного поля. Вычислить магнитный поток Φ , пронизывающий кольцо.

13. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной $a = 10$ см, течет ток силой $I = 20$ А. Плоскость квадрата перпендикулярна магнитным силовым линиям поля. Определить работу A , которую необходимо совершить для того, чтобы удалить проводник за пределы поля. Магнитная индукция $B = 0,15$ Тл. Поле считать однородным.

Явление электромагнитной индукции

1. Соленоид содержит $N = 600$ витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала) $S = 8$ см². По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B = 5$ мТл. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает в соленоиде, если ток уменьшается до нуля за время $\Delta t = 0,4$ мс.

2. Проволочный виток радиусом $r = 4$ см и сопротивлением $R = 0,015$ Ом находится в однородном магнитном поле ($B = 0,24$ Тл). Плоскость витка составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями индукции. Какое количество электричества q протечет по витку при выключении магнитного поля?

3. Рамка, содержащая $N = 1500$ витков площадью 50 см², равномерно вращается в магнитном поле напряженностью $H = 10^5$ А/м, делая $n = 960$ об/мин. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

4. В электрической цепи, содержащей сопротивление 10 Ом и индуктивность 5 мГн, течет ток 6 А. Определить силу тока в этой цепи через 0,36 мс после отключения источника тока.

5. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением $R = 20$ Ом и индуктивностью $L = 0,4$ Гн. Через сколько времени сила тока в цепи достигнет 99 % предельного значения?

6. В однородном магнитном поле с индукцией 0,015 Тл под углом $\varphi = 30^\circ$ к полю расположена медная квадратная рамка со стороной $a = 35$ см. Диаметр провода $d = 0,2$ мм. Рамку повернули перпендикулярно полю. Какое количество электричества q индуцировалось в рамке?

7. Сила тока в соленоиде равномерно возрастает от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 10$ А за 1 мин, при этом соленоид накапливает энергию $W = 20$ Дж. Какая ЭДС индуцируется в соленоиде?

8. В однородном магнитном поле индукцией 150 мТл вращается стержень с постоянной частотой 20 c^{-1} так, что плоскость его вращения перпендикулярна линии индукции, а ось вращения проходит через один из его концов. Индуцируемая на концах стержня разность потенциалов равна 0,5 В. Определить длину стержня.

9. Круговой проволочный виток площадью 120 см^2 находится в однородном магнитном поле, индукция которого 25 мТл . Плоскость витка перпендикулярна к направлению магнитного поля. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающую в витке при выключении поля в течение времени $\Delta t = 16 \text{ мс}$?

10. На соленоид длиной $\ell = 20 \text{ см}$ и площадью поперечного сечения $S = 35 \text{ см}^2$ надет проволочный виток. Обмотка соленоида имеет $N = 340$ витков, и по нему идет ток $I = 2,5 \text{ А}$. Какая средняя ЭДС индуцируется в надетом на соленоид витке, когда ток в соленоиде выключается в течение времени $\Delta t = 1,5 \text{ мс}$?

11. Кольцо из проволоки сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле индукцией $0,4 \text{ Тл}$. Плоскость кольца составляет с линиями индукции угол 90° . Определить заряд, который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца 10 см^2 .

12. Однослойный соленоид без сердечника длиной 20 см и диаметром 4 см имеет плотную намотку медным проводом диаметром $0,1 \text{ мм}$. За $0,1 \text{ с}$ сила тока в нем равномерно убывает с 5 А до 1 А . Определить ЭДС индукции в соленоиде.

13. Под действием однородного магнитного поля перпендикулярно линиям индукции начинает перемещаться прямолинейный проводник массой 2 г , по которому течет ток 10 А . Какой магнитный поток пересечет этот проводник к моменту времени, когда скорость его станет равна $31,6 \text{ м/с}$.

Энергия магнитного поля

1. По обмотке соленоида индуктивностью $L=0,2 \text{ Гн}$ течет ток $I=10 \text{ А}$. Определить энергию W магнитного поля соленоида.

2. Индуктивность L катушки (без сердечника) равна $0,1 \text{ мГн}$. При какой силе тока I энергия W магнитного поля равна 100 мкДж ?

3. Соленоид содержит $N=1000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А , магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен $0,1 \text{ мВб}$. Вычислить энергию W магнитного поля.

4. На железное кольцо намотано в один слой $N=200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при токе $I=2,5 \text{ А}$ магнитный поток Φ в железе равен $0,5 \text{ мВб}$.

5. По обмотке тороида течет ток силой $I=0,6 \text{ А}$. Витки провода диаметром $d=0,4 \text{ мм}$ плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти энергию W магнитного поля в стальном сердечнике тороида, если площадь S сечения его равна 4 см^2 , диаметр D средней линии равен 30 см .

6. При индукции B поля, равной 1 Тл , плотность энергии ω магнитного поля в железе равна 200 Дж/м^3 . Определить магнитную проницаемость μ , железа в этих условиях *.

7. Определить объемную плотность энергии ω магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция B магнитного поля равна $0,5 \text{ Тл}$.

8. Индукция магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от $B_1=0,5 \text{ Тл}$ до $B_2=1 \text{ Тл}$. Найти, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии ω магнитного поля *.

9. Вычислить плотность энергии ω магнитного поля в железном сердечнике замкнутого соленоида, если напряженность H намагничивающего поля равна $1,2 \text{ кА/м}$.

10. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от $H_1=200 \text{ А/м}$ до $H_2=800 \text{ А/м}$. Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии ω магнитного поля *.

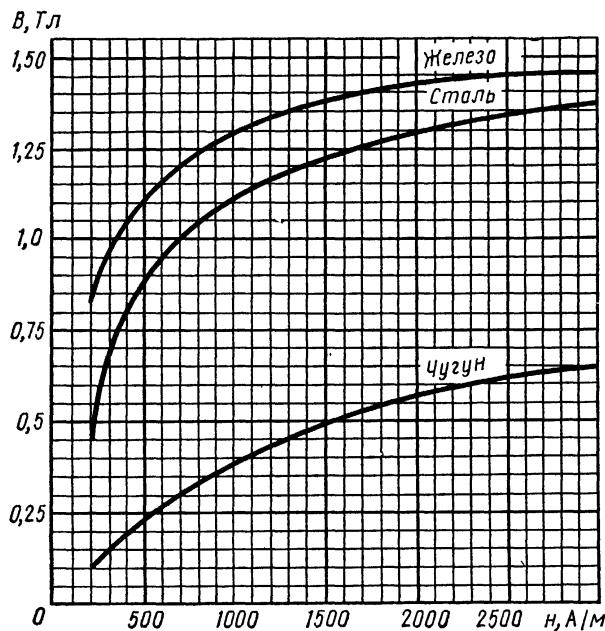
11. При некоторой силе тока I плотность энергии ω магнитного поля соленоида (без сердечника) равна $0,2 \text{ Дж/м}^3$. Во сколько раз увеличится плотность энергии поля при той же силе тока, если соленоид будет иметь железный сердечник?

12. Найти плотность энергии ω магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность H намагничивающего поля равна $1,6 \text{ кА/м}$.

13. Обмотка тороида с немагнитным сердечником имеет $n=10$ витков на каждый сантиметр длины. Определить плотность энергии ω поля, если по обмотке течет ток $I=16 \text{ А}$.

14. Обмотка тороида содержит $n=10$ витков на каждый сантиметр длины. Сердечник немагнитный. При какой силе тока I в обмотке плотность энергии ω магнитного поля равна 1 Дж/м³?

* Для определения магнитной проницаемости следует воспользоваться графиком. Явление гистерезиса не учитывать.



Расчет параметров гармонических колебаний и физических маятников. Решение дифференциальных уравнений колебаний

1–10. Материальная точка массой m совершает гармонические колебания по закону синуса с периодом T , начальной фазой ϕ_0 , амплитудой колебаний A . Определить в момент времени, когда смещение равно Δx : скорость v , ускорение a , силу F , кинетическую $E_{\text{кин}}$ и полную энергию W материальной точки.

№	m	v	A	ϕ_0	Δx
	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 ϕ_0 результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить с соблюдением масштаба векторную диаграмму для момента времени t_1 .

№	A_1	A_2	T	τ	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

Уравнение плоской волны.

1–5. Плоская волна распространяется вдоль прямой OX со скоростью V (см. табл. 2). Две точки, находящиеся на расстояниях x_1 и x_2 от источника, колеблются с разностью фаз $\Delta\phi$, амплитудой J_m и периодом колебаний T . Для этой волны найти длину волны λ , циклическую частоту ω , записать уравнение волны $y(t)$, определить смещение y_1 и y_2 точек в момент времени t .

Таблица 2

№ задачи	$V, \text{м/с}$	$x_1, \text{м}$	$x_2, \text{м}$	$J_m, \text{м}$	$\Delta\phi, \text{рад}$	$t, \text{с}$
1	20	12	15	0,1	$(3/4)\pi$	1,2
2	20	60	70	0,02	2π	4
3	720	6,0	8,7	0,5	$\pi/4$	10^{-3}
4	10	5	5,5	0,04	$\pi/5$	1
5	15	30	36	0,02	$\pi/2$	3

6–10. В однородной изотропной среде с диэлектрической проницаемостью ϵ (см. табл. 3) и магнитной проницаемостью $\mu = 1$ распространяется плоская электромагнитная волна с амплитудой напряженности E_m электрического поля и циклической частотой ω . Определить для этой волны фазовую скорость V , длину волны λ , волновое число k , амплитуду напряженности H_m магнитного поля и плотность потока энергии.

Таблица 3

№ задачи	ϵ	$\omega, \text{рад/с}$	$E_m, \text{В/м}$
6	2	$2\pi \cdot 10^8$	28
7	4	$\pi \cdot 10^8$	10
8	1	$(\pi/2) \cdot 10^8$	20
9	81	$(\pi/4) \cdot 10^8$	0,01
10	7	$(\pi/3) \cdot 10^8$	0,1

11–20. Задано уравнение волны $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - k x)$. Определить частоту v и период T колебаний, фазовую скорость v_ϕ , максимальные значения скорости $\dot{\xi}_{\max}$ и ускорения $\ddot{\xi}_{\max}$ колебаний частиц среды. Найти смещение частиц среды в точке x_1 в момент времени t_1 .

№	A	ω	k	x_1	t_1
	см	с^{-1}	м^{-1}	м	с
11	1	628	2	2	3
12	0,75	314	1	1	1
13	0,5	157	3	3	3
14	0,25	628	4	4	1
15	1	314	5	5	2
16	0,75	157	2	2	4
17	0,5	628	1	1	3
18	0,25	314	3	3	1
19	0,5	157	4	4	2
20	0,75	628	5	5	4

Время проведения Курс – 2 Семестр – 4

Волновая оптика (Интерференция света)

- 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.
- Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $v = 5,1014$ Гц уложится на пути длиной $\ell = 1$ см:
 - в вакууме;
 - в стекле?
- 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 φ следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути L изменилась на $\lambda/2$?
- Найти все длины волн видимого света (диапазон от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут:
 - максимально усилены;
 - максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн $\Delta = 1,8$ мкм.
- В опыте Юнга тонкая стеклянная пластина помещалась на пути одного из интерферирующих лучей, вследствие чего центральная светлая полоса сместилась 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?
- Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние ℓ от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полос интерференции на экране равна 1,5 мм.
- В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние ℓ 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 получаются 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 ℓ 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 Δx 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 $v = 5 \cdot 10^{14}$ 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° ? 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° .

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 θ 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 пластины 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 ℓ_1 , ℓ_2 и от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?

26. Две плоскопараллельные стеклянные пластины 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 пластины (стеклянные) приложены одна к другой так, что между ними образовался очень тонкий воздушный клин. На пластины падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 630$ нм). В отраженном свете видны интерференционные полосы шириной 1,5 мм, параллельные ребру клина. Определить угол между пластины.

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.

31. Расстояние Δr_{21} между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.

32. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности пластины. Радиус кривизны линзы $R = 5$ м. Наблюдение ведется в проходящем свете. Найти радиусы r_{4c} четвертого синего кольца ($\lambda_c = 400$ нм) и r_{3kp} третьего красного кольца ($\lambda_{kp} = 630$ нм).

33. Диаметр d_2 второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу Φ плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

34. Плосковыпуклая линза с оптической силой $\Phi = 2$ дptr выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус r_4 четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.

35. Диаметры d_i и d_k двух светлых колец Ньютона соответственно равны 4,0 и 4,8 мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположено три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ($\lambda = 500$ нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы.

36. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 700$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления n жидкости.

37. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца. Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.

38. Ньютоновы кольца в отраженном свете образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны 8,6 м. Монохроматический свет падает нормально. Измерениями установлено, что диаметр четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) равен 9 мм. Найти длину волны падающего света.

39. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим нормально. После того как пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.

40. Для наблюдения колец Ньютона используют плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны 160 см. Определить радиусы четвертого и девятого темных колец ($\lambda = 625$ нм). Наблюдение ведется в проходящем свете.

41. В точку P приходят колебания одного направления от двух источников, колеблющихся, соответственно, с амплитудами A_{10} и A_{20} с одинаковыми частотами $\omega_1 = \omega_2 = \omega$ и одинаковыми начальными фазами $\alpha_1 = \alpha_2$. Расстояние от первого источника до точки P равно r_1 , а второго – r_2 . Скорость распространения колебаний в среде равна V . Определить амплитуду A_p результирующего колебания в точке P .

42. При некотором расположении зеркала Ллойда ширина b интерференционной полосы на экране оказалась равной 1 мм. После того как зеркало сместили параллельно самому себе на расстояние $\Delta d = 0,3$ мм, ширина интерференционной полосы изменилась. В каком направлении и на какое расстояние Δl следует переместить экран, чтобы ширина интерференционной полосы осталась прежней? Длина волны λ монохроматического света равна 0,6 мкм.

43. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников с длиной волны $\lambda = 480$ нм. Когда на пути одного из пучков поместили тонкую пластинку из плавленого кварца с показателем преломления $N = 1,46$, то интерференционная картина сместились на $m = 69$ полос. Определить толщину d кварцевой пластиинки.

44. Имеется источник видимого света – нить диаметром $d_1 = 1,0$ мм. Как далеко от экрана с двумя щелями, расстояние между которыми равно $d_2 = 0,5$ мм, следует поместить источник (параллельно щелям), чтобы вторичные волны от щелей были когерентными?

45. На тонкую пленку с показателем преломления n падает пучок белого света под углом θ к нормали. При какой минимальной толщине и в какой цвет будет окрашена пленка в отраженном свете?

Волновая оптика (Дифракция света)

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 φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полоску.

10. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол φ отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен $1,5^\circ$. Скольким долям 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 φ 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, расположенным 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° к ее нормали. Определить длину волны λ света, если направление на первый минимум от центрального максимума составляет 33° .

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, содержащую $N = 3000$ 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° .

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° .

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° . Определить длину волны λ 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 φ_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 φ 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 $\lambda_{\text{кр}} = 780$ нм, $\lambda_{\phi} = 400$ нм.

36. На дифракционную решетку с периодом $d = 10$ мкм под углом $\varphi = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 630$ нм. Определить угол β дифракции, соответствующий второму главному максимуму.

37. На дифракционную решетку с постоянной $d = 5$ мкм под углом $\beta = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Определить β_1 угол дифракции для главного максимума третьего порядка.

38. Определить наименьшее угловое разрешение радиоинтерферометра, установленного на Земле, при работе на длине волны 10 м.

39. Постоянная дифракционной решетки $d = 2$ мкм. Какую разность длин волн $\Delta\lambda$ может разрешить эта решетка в области желтых лучей ($\lambda = 600$ нм) в спектре второго порядка? Ширина решетки $L = 2,5$ см.

40. Постоянная дифракционной решетки $d = 2,5$ мкм. Найти угловую дисперсию решетки для $\lambda = 589$ нм в спектре первого порядка.

41. Дифракционная картина получена с помощью дифракционной решетки длиной $L = 1,5$ см и периодом $d = 5$ мкм. Определить, в спектре какого наименьшего порядка этой картины получается раздельное изображение двух спектральных линий с разностью длин волн 0,1 нм, если линии лежат в крайней красной части спектра ($\lambda = 760$ нм).

42. Какой наименьшей разрешающей силой R должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия $\lambda_1 = 578$ нм, $\lambda_2 = 580$ нм? Какое наименьшее число N штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?

43. С помощью дифракционной решетки с периодом 20 мкм требуется разрешить дублет натрия ($\lambda_1 = 589,0$ нм и $\lambda_2 = 589,6$ нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине L решетки это возможно?

44. Определить угловую дисперсию D дифракционной решетки для угла дифракции $\beta = 30^\circ$ и длины волны $\lambda = 630$ нм.

45. На дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 700$ нм. За решеткой помещена собирающая линза с главным фокусным расстоянием $F = 50$ см. В фокальной плоскости линзы расположен экран. Определить линейную дисперсию D такой системы для максимума третьего порядка.

Законы теплового излучения

1. Зачернённый шарик остывает от температуры $T_1 = 300$ К до $T_2 = 293$ К. На сколько изменилась длина волны λ_{max} , соответствующая максимуму спектральной плотности его энергетической светимости.

2. На сколько уменьшится масса Солнца за год вследствие излучения? За какое время t масса Солнца уменьшится вдвое? Температура поверхности Солнца $T = 5800$ К. Излучение считать постоянным.

3. Какую мощность P надо подводить к зачерненному металлическому шарику 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 λ_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 спиралы 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 $S = 10$ см². 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 λ_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 Φ_e увеличится в $n = 5$ раз?

13. Температура абсолютно чёрного тела $T = 2$ кК. Определить длину волны λ_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 $0,54 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$. 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 предложении, 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 $S = 100$ см². Определить долю η мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1 кК.

18. Как и во сколько раз изменится поток Φ_e излучения абсолютно черного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости сместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{m1} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{m2} = 390$ 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 $S = 8$ см².

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 $S = 5$ см² абсолютно чёрного тела, температура которого $T = 1000$ К.

23. Определить энергию, излучаемую за сутки с площади $S = 0,5$ см² 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.

Фотоэффект

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 фотоэффект.

2. Для прекращения фотоэффекта из натрия необходима задерживающая разность потенциалов $U_3 = 2$ В. Определить массу фотонов, вызывающих фотоэффект. 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 фотоэффекта, 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 волн 350 нм и 540 нм, то максимальные скорости фотоэлектронов будут отличаться в 2 раза. Определить работу выхода электронов для этого металла.

6. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла соответствует длине волны $6,6 \cdot 10^{-5}$ см. Чему равно напряжение, при котором полностью задерживаются фотоэлектроны, вырываемые из этого металла излучением с длиной волны $\lambda = 1,8 \cdot 10^{-5}$ см?

7. Источник монохроматического света мощностью 64 Вт испускает ежесекундно 1020 фотонов, вызывающих фотоэффект из пластинки с работой выхода электронов, равной 1,6 эВ. До какого потенциала зарядится пластина, 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 λ_{\max} , соответствующую красной границе фотоэффекта 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 напряженность 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 λ_1 и λ_2 равно $3/4$. Найдите λ_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 электроны, 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?

Давление света

1. Определить энергетическую освещенность 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 зачерненную поверхность, равно 2 нПа. Определить число фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1$ мм² 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 ($S = 8$ мм²) 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/м². 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 $S = 1$ мм² этой поверхности.

8. На зеркальную поверхность площадью $S = 6$ см² 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° . Пластина 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/м², 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 ежесекундно 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 ($S = 8$ мм²). Определить число фотонов ежесекундно 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/м².

15. Свет с длиной волны 0,55 мкм падает нормально на зеркальную поверхность и производит на неё давление 10 мкПа. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на 1 см² 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/м². 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 $S = 1$ мм².

21. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, если при энергетической освещённости $Ee = 150$ Вт/м² давление света оказалось равным 0,6 мкПа.

22. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, рано 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 ($S = 10$ мм²) 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 освещённость $Ee = 100$ Вт/м². Определить давление света, производимое на зачёрнённую поверхность.

25. На зеркальную поверхность площадью $S = 5$ см² падает под углом 60° поток излучения $\Phi_e = 0,8$ Вт. Определить давление p и силу давления F света на эту поверхность.

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 θ рассеяния фотонов.

2. В результате эффекта Комптона энергия фотона изменилась от $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ до $\varepsilon_2 = 0,2$ МэВ. Определить угол θ 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 ε_2 рассеянного фотона.

5. Определить угол θ , 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 θ .

7. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне 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 θ равный 180° на свободном электроне. Определить долю энергии фотона, переданной электрону 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 электроне 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 электроне отклонился от первоначального направления на угол 90° . Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился

11. Гамма-фотон с длиной волны $\lambda_2 = 17,43$ пм испытал комптоновское рассеяние на свободном электроне строго назад. Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.

12. В результате комптоновского рассеяния на свободном электроне длина волны гамма - фотона увеличилась в два раза. Найти кинетическую энергию и импульс электрона отдачи, если угол рассеяния фотона равен 60° . До столкновения электрон покоился.

Волновые свойства частиц.

1. Найти дебройлевскую длину λ для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

2. Определить дебройлевскую длину волны λ электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

3. С какой скоростью движется электрон, если длина волны λ де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны λ_c ?

4. Определить длину волны λ де Бройля электронов, бомбардирующих анод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны

$$\lambda = 3 \text{ нм.}$$

5. Электрон движется по окружности радиусом $R = 0,5$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл. Определить длину волны λ де Бройля электрона.

6. Какой кинетической энергией W_k должен обладать электрон, чтобы дебройлевская длина волны λ электрона была равна его комптоновской длине волны λ_c ?

7. Масса m движущегося электрона в два раза больше массы покоя m_0 . Определить длину волны λ де Бройля для такого электрона.

8. Кинетическая энергия W_k электрона равна его энергии покоя W_0 . Вычислить длину волны λ де Бройля для такого электрона.

9. Протон обладает кинетической энергией, равной энергии покоя. Во сколько раз изменится длина волны λ 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 λ де Бройля для такого электрона.

11. Определить длину волны де Бройля λ , 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 λ , учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

13. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?

14. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T=1$ кэВ.

15. Найти длину волны де Бройля λ протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U : 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

16. Найти длину волны де Бройля λ для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

1.7. Определить длину волны де Бройля λ электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

18. С какой скоростью движется электрон, если длина волны де Бройля λ электрона равна его комптоновской длине волны λ_C ?

19. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих анод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится...

20. Определить неточность Δx 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 Δv , с которой может быть определена скорость электрона.

22. Во сколько раз дебройлевская длина волны λ частицы меньше неопределенности Δx 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 Γ энергетического уровня в атоме водорода, находящегося: 1) в основном состоянии;

2) в возбужденном состоянии (время τ жизни атома в возбужденном состоянии равно 10^{-8} с).

Решение уравнения Шредингера

1-11. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» (см. рис. 4) шириной ℓ с бесконечно высокими «стенками» находится в состоянии, характеризуемом квантовым числом n (см. табл. 1). Определить плотность вероятности $|\psi(x)|^2$ обнаружения частицы в точке с координатой x , вероятность W нахождения частицы в интервале Δx и энергию E частицы в указанном состоянии, изобразить графически зависимость $|\psi(x)|^2 = f(x)$.

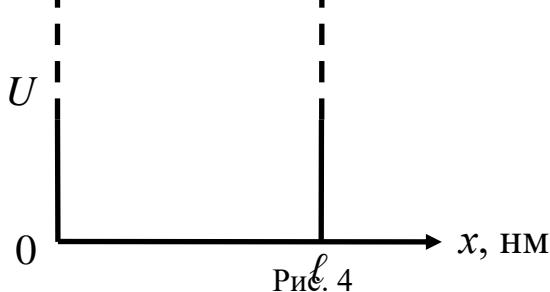


Рис. 4

Таблица 1

№ задачи	Частица	ℓ , 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	$\ell/2 \leq x \leq \ell$
3	α -частица	10,0	1	3,0	$\ell/3 \leq x \leq 2\ell/3$
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	α -частица	5,0	2	2,0	$\ell/4 \leq x \leq \ell$
7	Электрон	0,5	1	0,25	$0 \leq x \leq 2\ell/3$

№ задачи	Частица	ℓ , нм	n	x , нм	$x_1 \leq x \leq x_2$
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	α -частица	3,0	3	0,5	$0 \leq x \leq 3\ell/4$
11	Протон	1,0	3	0,2	$\ell/3 \leq x \leq \ell$

Расчет энергии электрона на разных энергетических уровнях

- 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.
- Вычислить по теории Бора радиус r_2 второй стационарной орбиты и скорость v_2 электрона на этой орбите для атома водорода.
- Вычислить по теории Бора период T вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 2$.
- Определить изменение энергии ΔE электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой $6,28 \cdot 10^{14}$ Гц.
- 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?
- Определить изменение кинетической энергии электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны $\lambda = 435$ нм?
- 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?
- В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом лития.
- Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую W_k , потенциальную W_p и полную W энергию электрона.
- Фотон выбывает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией $W_k = 10$ эВ. Определить энергию E фотона.
- Вычислить радиусы r_2 и r_3 второй и третьей орбит в атоме водорода.
- Определить скорость v электрона на второй орбите атома водорода.
- Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.
- Определить потенциальную P , кинетическую T и полную E энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.
- Определить длину волны λ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.
- Найти наибольшую λ_{max} и наименьшую λ_{min} длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).
- Вычислить энергию E фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.
- Определить наименьшую E_{min} и наибольшую E_{max} энергии фотона в ультрафиолетовой серии спектра водорода (серии Лаймана).
- 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
- Фотон с энергией $E = 16,5$ эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость v будет иметь электрон вдали от ядра атома?

21. Вычислить длину волны λ , которую испускает ион гелия He^+ при переходе со второго энергетического уровня на первый..

Ядерные реакции.

1-11. Для нейтрального атома (см. табл. 1) определить дефект массы Δm , 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.

Таблица 1

№ задачи	Изотоп	Заряд иона	Частица	Число отрываемых частиц
1	${}_{3}^{7}\text{Li}$	+2	нейтрон	1
2	${}_{4}^{7}\text{Be}$	+2	протон	1
3	${}_{5}^{11}\text{B}$	+3	нейтрон	2
4	${}_{7}^{14}\text{N}$	+3	протон	2
5	${}_{8}^{17}\text{O}$	-2	нейтрон	1
6	${}_{12}^{27}\text{Al}$	+3	протон, нейтрон	2
7	${}_{14}^{27}\text{Si}$	+4	протон, нейтрон	2
8	${}_{15}^{33}\text{P}$	+5	нейтрон	3
9	${}_{16}^{33}\text{S}$	+6	протон	1
10	${}_{26}^{56}\text{Fe}$	+2	нейтрон	2
11	${}_{7}^{14}\text{N}$	+3	протон	2

12. Определить постоянные распада λ изотопов радия ${}^{219}_{88}\text{Ra}$ и ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.

13. Постоянная распада λ 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 τ жизни этого нуклида.

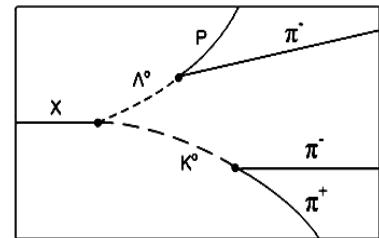
18. Определить число N атомов, распадающихся в радиоактивном изотопе за время $t=10$ с, если его активность $A=0,1 \text{ МБк}$. Считать активность постоянной в течение указанного времени.

19. За время $t=1$ сут активность изотопа уменьшилась от $A_1= 118 \text{ ГБк}$ до $A_2=7,4 \text{ ГБк}$. 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 ?

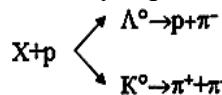
Элементарные частицы.

1. Записать процессы взаимопревращения частиц. (β^- -распад, K -захват, β^+ -распад, аннигиляция)



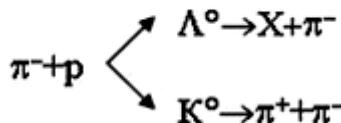
2.

На рисунке показана фотография взаимодействия неизвестной частицы X с протоном в водородной пузырьковой камере, которое идёт по схеме



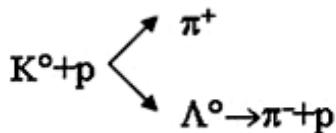
Если спин π -мезона $S=0$, то заряд и спин налетающей частицы будут равны?

3. Взаимодействие π -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере с образованием неизвестной частицы X идет по схеме



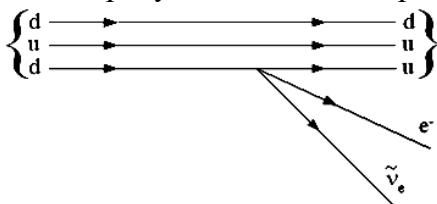
Если спин π -мезона $S=0$, то заряд и спин частицы X будут равны?

4. Взаимодействие K^0 -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере идеи по схеме



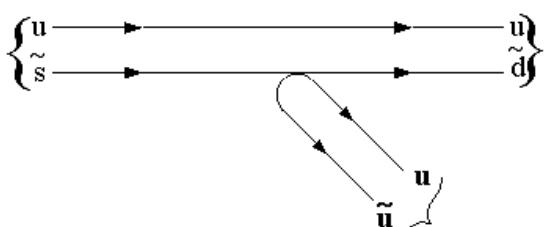
Если спин π -мезона $S_\pi=0$, то характеристиками K^0 -мезона будут?

5. На рисунке показана кварковая диаграмма β^- распада нуклона.



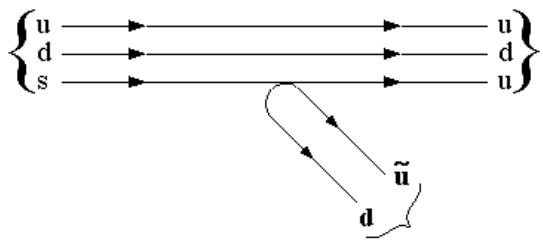
Эта диаграмма соответствует реакции ...

6. На рисунке показана кварковая диаграмма распада K^+ -мезона.



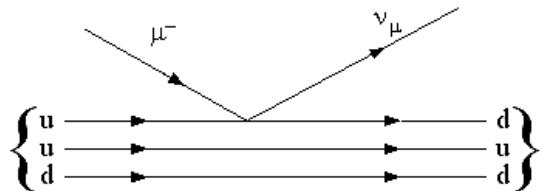
Эта диаграмма соответствует реакции ...

7. На рисунке показана кварковая диаграмма распада Λ -гиперона.



Эта диаграмма соответствует реакции ...

8. На рисунке показана кварковая диаграмма захвата нуклоном μ^- - мезона.



Эта диаграмма соответствует реакции ...

9. Реакция $\mu^- = e^- + \nu_e + \nu_\mu$ не может идти из-за нарушения закона сохранения.
 10. Реакция распада электрона по схеме $e^- \rightarrow \gamma + \gamma + \bar{\nu}$ невозможна вследствие невыполнения закона сохранения ...
 11. Укажите квантовую схему, соответствующую гравитационному, слабому, электромагнитному и сильному взаимодействиям.

5.4. КОНТРОЛЬ ДОМАШНИХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА» (Очно-заочная форма обучения)

Оцениваемые компетенции УК-1

5.4.1. Цель контролирующего мероприятия

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

5.4.2. Подходы к отбору содержания

Задачи подобраны таким образом, чтобы при их решении обучающийся проработал основную часть обязательного программного материала, а это поможет ему успешно пройти порубежный контроль знаний (зачет, экзамен).

В каждой индивидуальной работе обучающийся должен решить по ВОСЕМЬ ЗАДАЧ того варианта, номер которого совпадает с ПОСЛЕДНЕЙ ЦИФРОЙ шифра зачетной книжки. Например, последняя цифра шифра 1, следовательно, решаются задачи под номерами: 1.1, 1.11, 1.21, 1.31, 1.41, 1.51, 1.61, 1.71 индивидуальной работы № 1; 2.1, 2.11 ... 2.71 индивидуальной работы № 2 и т.д.

5.4.3. Критерии оценки

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">– Правильно установлено происходящее физическое явление и выбраны соответствующие законы и формулы при решении задачи;– алгоритм решения в общем виде составлен правильно;– соблюдены все рекомендации по оформлению рисунка и решению задачи;– по требованию преподавателя задача объяснена с указанием всех используемых физических явлений, законов, выявлены связи между физическими явлениями и законами, получены размерности всех вычисляемых величин;– задачи сданы своевременно.<i>Решены все из предложенных задач.</i>
60-99	<ul style="list-style-type: none">– задачи решены не в общем виде, хотя решение соответствует алгоритму, но не соблюдены все требования по оформлению рисунка и решению задачи;– получены размерности не всех вычисляемых величин;– задачи сданы не своевременно.<i>Частично отсутствует решение одной из задач.</i>
50-59	<ul style="list-style-type: none">– выбрано правильное направление решения, решение задачи доведено до конца, но отсутствует графическое оформление решения, есть неточности в формулах.– не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой.<i>При частичном решении половины из предложенных задач</i>
0-49	<ul style="list-style-type: none">– не понимает сути методики решения задач;– допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения;– отсутствуют формулы и рисунок к решению задачи<i>Задачи решены частично или решение отсутствует</i>

Количество баллов	0...49	50...59	60...100
Шкала оценивания	не зачтено		зачтено

5.4.4. Процедура выполнения и проверки

Условия задач индивидуальной работ ПЕРЕПИСЫВАЮТСЯ ПОЛНОСТЬЮ, решения задач сопровождаются исчерпывающими пояснениями с использованием рисунков и схем. Задачи решаются в общем виде с проверкой размерности полученного результата. Значения величин при подстановке в расчётную формулу должны быть выражены в единицах СИ (SI). В виде исключения допускается использование других, но непременно одинаковых в числителе и знаменателе единиц измерения.

Индивидуальные работы на проверку необходимо присыпать не позднее, чем ЗА 15 ДНЕЙ ДО НАЧАЛА СЕССИИ.

Если индивидуальная работа при рецензировании не зачтена, обучающийся обязан представить её на повторную рецензию, включив в неё те задачи, решения которых оказались неверными. Работа над ошибками не зачтённой индивидуальной работы производится В ТОЙ ЖЕ ТЕТРАДИ.

Зачтённые работы «ЗАЩИЩАЮТСЯ» во время экзамена (зачёта), даются пояснения по существу решения задач, входящих в индивидуальные работы.

Время проведения: Курс – 1, семестр – 2

1.1–1.5. Прямолинейное движение тела вдоль оси X описывается уравнением вида $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$. Для момента времени t_1 (табл. 1) определить координату, мгновенную скорость, мгновенное ускорение тела. Найти среднюю скорость тела (путевую и перемещения) и среднее ускорение за первые четыре секунды движения. На рисунке показать направление всех векторов.

Таблица 1

Задача	A	B	C	D	t_1
	м	м/с	м/с ²	м/с ³	с
1.1	1	-2	1	3	2
1.2	-2	3	2	-4	3
1.3	3	-4	3	5	1,5
1.4	-4	5	4	-2	2
1.5	5	-6	5	3	3

1.6–1.10. Колесо радиуса R вращается вокруг оси так, что зависимость угла поворота от времени имеет вид $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$. Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость, нормальное, тангенциальное и полное ускорения точки, лежащей на ободе колеса, через время t_1 (табл. 2) после начала движения. На рисунке показать направление всех векторов.

Таблица 2

Задача	R	A	B	C	D	t_1
	м	рад	рад/с	рад/с ²	рад/с ³	с
1.6	0,9	-1	4	1	-2	2,5
1.7	0,75	2	-5	2	6	3,5
1.8	0,5	-3	-6	3	5	2
1.9	0,35	4	-2	4	4	3
1.10	0,7	-5	3	2	-2	2

1.11–1.15. Тело массой m и радиусом R вращается относительно неподвижной оси Z . Зависимость угловой скорости ω от времени t приведена на рис. 1.

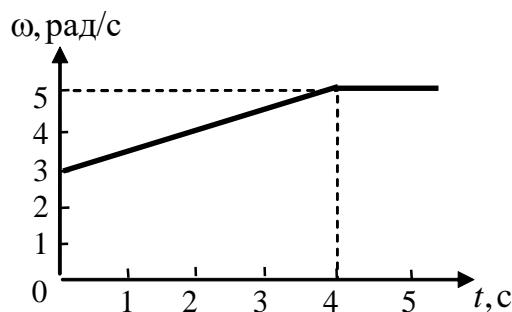
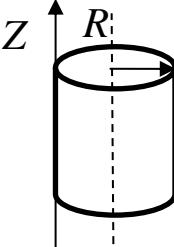
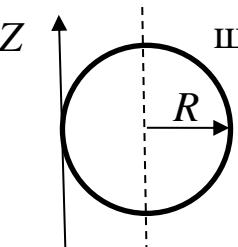
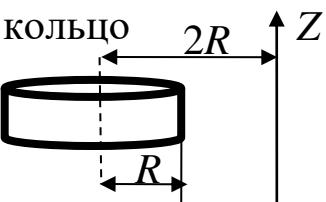
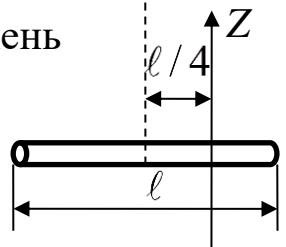


Рисунок 1

Для заданной формы тела и положения его относительно оси вращения (табл. 3) в момент времени t найти: проекцию момента импульса L_z тела, проекцию момента силы M_z , действующей на тело, кинетическую энергию W_k , тела, работу A момента силы за указанный промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$.

Таблица 3

№ задачи	Форма тела, положение оси вращения	$m, \text{кг}$	$R(\ell), \text{м}$	$t, \text{с}$	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$
1.11	 цилиндр	2	0,1	4	1	4
1.12	 шар	1	0,2	2	0	1,5
1.13	 стержень	0,5	1,5	3	1	3

№ задачи	Форма тела, положение оси вращения	m , кг	$R(\ell)$, м	t , с	t_1 , с	t_2 , с
1.14		0,1	0,02	2	1	5
1.15	стержень 	0,2	2	1	2	4

1.16–1.20. Тело массой m движется прямолинейно вдоль оси OX . Зависимость проекции скорости v_x от времени t приведена на рис. 2.

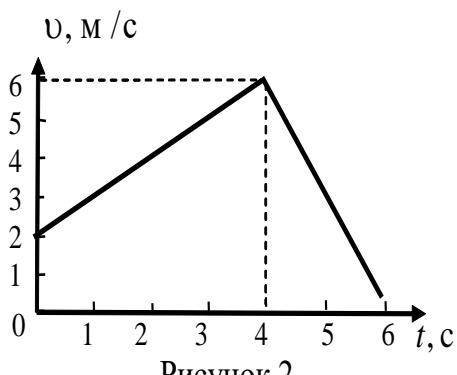


Рисунок 2

Для заданного момента времени t (табл. 4) найти проекцию импульса p_x тела, проекцию силы F_x , действующей на тело, кинетическую энергию W_k тела, работу A силы за указанный промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$.

Таблица 4

№ задачи	m , кг	t , с	t_1 , с	t_2 , с
1.16	2	2	0	3
1.17	3	1	2	4
1.18	0,5	4	4	5
1.19	1,5	5	4	6
1.20	1,2	3	2	4

1.21. Тело массой $m_1 = 0,5$ кг ударяется о неподвижное тело массой $m_2 = 5$ кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией $W_{k2} = 5$ Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетическую энергию первого тела до и после удара.

1.22. Человек массой $m_1 = 60$ кг, бегущий со скоростью $v_1 = 2,5$ м/с, догоняет тележку массой $m_2 = 80$ кг, движущуюся со скоростью $v_2 = 0,8$ м/с, и вскакивает на неё. Найти кинетическую энергию тележки с человеком и время движения до полной остановки, если коэффициент трения при движении тележки $\mu = 0,04$.

1.23. Шар массой $m_1 = 8$ кг сталкивается с шаром массой $m_2 = 5$ кг. Скорость первого шара $v_1 = 4$ м/с, второго – $v_2 = 12$ м/с. Найти скорость шаров после удара и их кинетическую энергию, если шары движутся навстречу друг другу. Удар считать прямым, центральным, неупругим.

1.24. На железной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $m_1 = 1,5 \cdot 10^3$ кг. Орудие стреляет под углом $\varphi = 60^\circ$ к горизонту в направлении железнодорожного пути. Какую кинетическую энергию получает орудие с платформой вследствие отдачи, если масса снаряда $m_2 = 30$ кг, и он вылетает со скоростью 500 м/с?

1.25. Масса снаряда $m_1 = 10$ кг, масса ствола орудия $m_2 = 600$ кг. При выстреле снаряд получает кинетическую энергию $W_{k1} = 1,8 \cdot 10^6$ Дж. Определить кинетическую энергию, получаемую стволом орудия вследствие отдачи?

1.26. Стержень длиной $\ell = 1,5$ м и массой $m = 10$ кг может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец стержня. В середине стержня застrevает пуля массой $m_1 = 10$ г, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью $v_1 = 500$ м/с. На какой угол φ отклонится стержень после удара?

1.27. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой $m = 0,4$ кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $v = 20$ м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии $\ell = 0,8$ м от вертикальной оси Z вращения скамьи. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч? Считать, что суммарный момент инерции человека и скамьи $J_z = 6$ кг·м².

1.28. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом $R = 2$ м, стоит человек. Масса платформы $m_1 = 200$ кг, масса человека $m_2 = 80$ кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр. Найти угловую скорость ω вращения платформы, если человек будет идти вдоль её края со скоростью $v = 2$ м/с относительно Земли? Трением пренебречь.

1.29. Определить момент инерции проволочного равностороннего треугольника со стороной 0,1 м относительно оси, совпадающей с одной из сторон. Масса треугольника 12 г равномерно распределена по длине проволоки.

1.30. Три маленьких шарика массой $m = 10$ г каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника и скреплены между собой. Сторона треугольника $a = 20$ см. Определить момент инерции 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.

1.31. Вычислить момент инерции проволочного прямоугольника со сторонами $a = 12$ см, $b = 16$ см относительно оси, лежащей в плоскости прямоугольника и проходящей через середины малых сторон. Масса равномерно распределена по длине проволоки с линейной плотностью $\tau = 0,15$ кг/м.

1.32. Диаметр диска 20 см, масса 800 г. Определить момент инерции I диска относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно к плоскости диска.

1.33. Длина одной стороны плоской однородной прямоугольной пластины $a = 40$ см, масса $m = 800$ г. Найти момент инерции пластины относительно оси, совпадающей со второй её стороной.

1.34. Определить момент инерции тонкой плоской пластины со сторонами $a = 10$ см, $b = 20$ см относительно оси, проходящей через центр тяжести пластины параллельно большей стороне. Масса пластины равномерно распределена по её площади с поверхностной плотностью $\sigma = 0,1$ кг/м².

1.35. На конце тонкого стержня длиной $\ell = 60$ см укреплен шарик массой $m = 50$ г. Пренебрегая размерами шарика, определить момент инерции системы относительно оси,

перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Масса распределена вдоль стержня равномерно с линейной плотностью $\tau = 0,1 \text{ кг/м}$.

1.36. Тонкий стержень длиной $\ell = 0,2 \text{ м}$ и массой, равномерно распределённой с линейной плотностью $\tau = 0,2 \text{ кг/м}$, согнут пополам под прямым углом. Определить момент инерции стержня относительно оси, проходящей через конец стержня и лежащей в плоскости изогнутого стержня.

1.37. Длина тонкого стержня $\ell = 0,6 \text{ м}$. Определить момент инерции стержня относительно оси, перпендикулярной к его длине и проходящей через точку стержня, удалённую на $0,2 \text{ м}$ от одного из концов. Масса распределена равномерно с линейной плотностью $\tau = 0,15 \text{ кг/м}$.

1.38. Определить момент инерции проволочного равностороннего треугольника со стороной $a = 10 \text{ см}$ относительно оси, лежащей в плоскости треугольника и проходящей через его вершину параллельно стороне, противоположной этой вершине. Масса треугольника равна 12 г и равномерно распределена по длине проволоки.

1.39. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой $m = 60 \text{ кг}$. На какой угол φ повернется платформа массой $m_1 = 240 \text{ кг}$, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя её, вернется в исходную точку на платформе?

1.40. Тонкий прямой стержень длиной $\ell = 1 \text{ м}$ может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец стержня. Стержень отклонили на угол $\varphi = 60^\circ$ от положения равновесия и отпустили. Определить линейную скорость V нижнего конца стержня в момент прохождения его через положение равновесия.

1.41. К стальному стержню длиной $\ell = 3 \text{ м}$ и диаметром $d = 2 \text{ см}$ подвешен груз массой $m = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$. Определить напряжение σ в стержне, относительное ε и абсолютное $\Delta\ell$ удлинение стержня. Модуль Юнга для стали $E = 200 \text{ ГПа}$.

1.42. Какой наибольший груз может выдержать стальная проволока диаметром 1 мм , если предел упругости 294 МПа ? Какую долю первоначальной длины составляет удлинение проволоки при этом грузе?

1.43. Пружина жёсткостью $k = 500 \text{ Н/м}$ сжата силой 100 Н . Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей пружину ещё на $\Delta\ell = 2 \text{ см}$.

1.44. Какую работу A нужно совершить, чтобы пружину жёсткостью $k = 800 \text{ Н/м}$, сжатую на $\Delta\ell_1 = 6 \text{ см}$, дополнительно сжать на $\Delta\ell_2 = 8 \text{ см}$.

1.45. К вертикальной проволоке длиной $\ell = 5 \text{ м}$ и площадью поперечного сечения $S = 2 \text{ мм}^2$ подвешен груз массой $m = 5,1 \text{ кг}$. В результате проволока удлинилась на $\Delta\ell = 0,6 \text{ мм}$. Найти модуль Юнга E материала проволоки.

1.46. Вода течёт в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость V_1 воды в широкой части трубы равна 20 см/с . Определить скорость V_2 в узкой части трубы, диаметр d_2 которой в $1,5$ раза меньше диаметра d_1 широкой части.

1.47. Нижнее основание железного цилиндра диаметром $d = 20 \text{ см}$ и высотой $h = 20 \text{ см}$ закреплено неподвижно. На верхнее основание цилиндра действует горизонтальная сила $F = 20 \text{ кН}$. Найти тангенциальное напряжение τ в материале, угол γ сдвига и смещение Δx верхнего основания цилиндра. Модуль сдвига для железа $G = 76 \text{ ГПа}$.

1.48. Какой наибольший груз может выдержать стальная проволока диаметром $d = 1 \text{ мм}$, если предел упругости $\sigma_{\text{упр}} = 294 \text{ МПа}$? Какую долю первоначальной длины составляет удлинение проволоки при этом грузе?

1.49. Какая работа будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю из бесконечности тела массой $m = 10 \text{ кг}$, если масса Земли $M_3 = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ и её радиус $R_3 = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$?

1.50. С высоты $h = 1000 \text{ км}$ на поверхность Земли падает метеорит $m = 30 \text{ кг}$. Определить работу A сил гравитационного поля Земли, если известны ускорение свободного падения у поверхности Земли $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ и радиус Земли $R_3 = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$.

1.51. Определить импульс p , полную W и кинетическую W_k энергию нейтрона, движущегося со скоростью $v = 0,6 \text{ с}$.

1.52. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить скорость частицы массой m_0 от $v_1 = 0,6 \text{ с}$ до $v_2 = 0,8 \text{ с}$? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

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

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

1.55. Какую долю β скорости света должна составлять скорость v частицы, чтобы кинетическая энергия W_k частицы была равна её энергии покоя W_0 ?

1.56. Синхрофазотрон даёт пучок протонов с кинетической энергией $W_k = 10 \text{ ГэВ}$. Какую долю β скорости света в вакууме составляет скорость v протонов в этом пучке?

1.57. Циклотрон даёт пучок электронов с кинетической энергией $W_k = 0,67 \text{ МэВ}$. Какова скорость v электронов в этом пучке?

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

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

1.60. Кинетическая энергия электрона $W_k = 0,8 \text{ МэВ}$. Определить импульс p электрона.

1.61. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle \varepsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре $T = 350 \text{ К}$, а также суммарную кинетическую энергию $W_{\text{вр}}$ вращательного движения всех молекул, содержащихся в кислороде массой $m = 4 \text{ г}$.

1.62. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle \varepsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы водорода, а также суммарную кинетическую энергию $W_{\text{вр}}$ всех молекул, содержащихся в одном моле водорода при температуре $T = 190 \text{ К}$.

1.63. Газ занимает объем $V = 2 \text{ л}$ под давлением $p = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить суммарную кинетическую энергию $W_{\text{п}}$ поступательного движения молекул газа.

1.64. Определить наиболее вероятную скорость $v_{\text{в}}$ молекул газа при давлении $p = 40 \text{ кПа}$, если при данных условиях его плотность $\rho = 0,35 \text{ кг}/\text{м}^3$.

1.65. Колба емкостью $V = 4 \text{ л}$ содержит некоторый газ массой $m = 0,6 \text{ г}$ под давлением $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекул газа.

1.66. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях $D = 0,91 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить коэффициент теплопроводности λ водорода.

1.67. Средняя длина $\langle \ell \rangle$ свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ см}$. Определить коэффициент диффузии D гелия при этих условиях.

1.68. При нормальных условиях динамическая вязкость азота $\eta = 17 \text{ мкПа}\cdot\text{с}$. Определить среднюю длину $\langle \ell \rangle$ свободного пробега молекул газа.

1.69. Азот находится под давлением $p = 100 \text{ кПа}$ при температуре $T = 290 \text{ К}$. Определить коэффициент диффузии D и коэффициент внутреннего трения η . Эффективный диаметр d молекул азота принять равным 0,38 нм.

1.70. Определить плотность ρ кислорода, если средняя длина свободного пробега его молекул $\langle \ell \rangle = 0,1 \text{ см}$.

1.71. Водород занимает объем $V = 10 \text{ м}^3$ при давлении 10^5 Па . Газ нагрели при постоянном объёме до давления $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить изменение ΔU внутренней энергии газа, работу A ,

совершаемую газом, и теплоту Q , сообщённую газу.

1.72. Кислород нагревается при неизменном давлении $p = 8 \cdot 10^4$ Па, при этом его объем увеличивается от $V_1 = 1$ м³ до $V_2 = 3$ м³. Определить изменение ΔU внутренней энергии кислорода, работу A , совершенную им при расширении, а также теплоту Q , сообщенную газу.

1.73. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему была сообщена теплота $Q = 2,1 \cdot 10^5$ Дж. Какую работу A совершил при этом газ? Каково было изменение ΔU внутренней энергии?

1.74. Азот массой $m = 0,1$ кг был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 200$ К до температуры $T_2 = 400$ К. Определить работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменение ΔU внутренней энергии азота.

1.75. Объем водорода при изотермическом расширении ($T = 300$ К) увеличился в $n = 3$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную им при этом. Масса водорода $m = 200$ г.

1.76. При изотермическом расширении одного моля водорода, имевшего температуру $T = 300$ К, затрачена теплота $Q = 2$ кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?

1.77. В цилиндре под поршнем находится азот массой 20 г. Газ был нагрет от температуры $T_1 = 300$ К до температуры 450 К при постоянном давлении. Определить теплоту Q , переданную газу, совершенную газом работу A и приращение ΔU внутренней энергии.

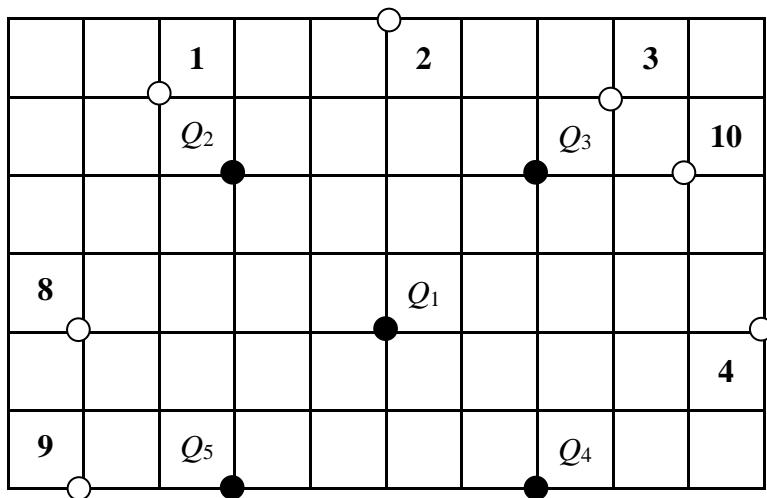
1.78. При изотермическом расширении водорода массой $m = 1$ г объем газа увеличился в два раза. Определить работу A расширения, совершенную газом, если температура газа 300 К. Определить теплоту Q , переданную при этом газу.

1.79. 1 кмоль азота, находящегося при нормальных условиях, расширяется адиабатически от V_1 до $V_2 = 5V_1$. Найти: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) работу A , совершенную при расширении.

1.80. При адиабатическом расширении кислорода с начальной температурой $t_0 = 47$ °С внутренняя энергия уменьшилась на 8400 Дж. Определить массу m кислорода, если объем увеличился в 10 раз.

Время проведения Курс – 2, семестр - 3

2.1–2.10. На рис. 3 показано распределение точечных зарядов Q_i . Для заданных значений зарядов (табл. 5) определить силу, действующую на точечный заряд Q_0 , помещенный в точку, указанную в последнем столбце, напряженность E и потенциал φ электростатического поля в этой точке.



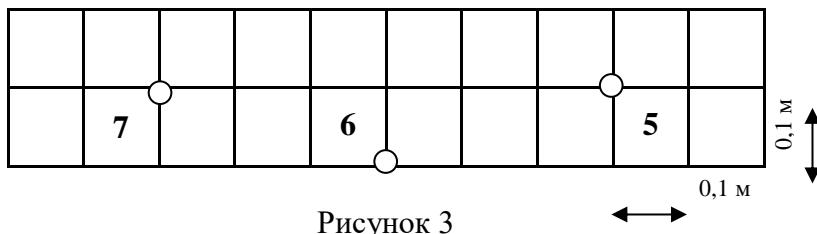


Рисунок 3

Таблица 5

№ задачи	Q_1 , нКл	Q_2 , нКл	Q_3 , нКл	Q_4 , нКл	Q_5 , нКл	Q_0 , нКл	Номер точки
2.1	-1	2	3	0	0	2	2
2.2	2	1	0	-4	0	1	1
2.3	2	3	0	0	-2	-0,5	8
2.4	0	0	0	-2	3	1	9
2.5	3	0	4	0	-1	2	7
2.6	-2	0	0	3	3	-1	6
2.7	1	2	0	-0,5	0	1	5
2.8	0	-4	2	0	0	0,5	10
2.9	3	0	-0,5	0	6	2	3
2.10	2	0	1	0	3	-2	4

2.11. 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 разность потенциалов $\Delta\varphi$ между пластинами и поверхностную плотность σ заряда на пластинах.

2.12. Электрон, имеющий в бесконечности кинетическую энергию $W_k = 400$ эВ, 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 заряд сферы $Q = -10$ нКл.

2.13. 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 v_1 в точке 1, если очке 2 она стала равной $v_2 = 25$ см/с.

2.14. Какая работа совершается при перенесении точечного заряда $Q = 20$ нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $r = 1$ см от поверхности шара радиусом $R = 1$ см, с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10$ мкКл/м²?

2.15. Найти потенциал Φ 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 $\sigma = 0,1$ мкКл/м²; б) задан потенциал шара $\varphi_0 = 300$ В.

2.16. К источнику напряжения $U = 300$ В подключены два плоских конденсатора емкостью $C_1 = 2$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. Определить заряд Q и разность потенциалов $\Delta\varphi$ на пластинах каждого конденсатора при последовательном и параллельном их соединении.

2.17. Определить энергию W и силу F притяжения обкладок плоского конденсатора при условии, что разность потенциалов между обкладками $\Delta\varphi = 5$ кВ, заряд каждой обкладки $Q = 0,1$ мкКл, а расстояние d между обкладками 1 см.

2.18. 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 ϵ фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до $\Delta\varphi_2 = 100$ В.

2.19. Плоский конденсатор, расстояние d между обкладками которого 2 см, а площадь

каждой обкладки $S = 200 \text{ см}^2$, зарядили до разности потенциалов $\Delta\varphi = 220 \text{ В}$ и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до 6 см?

2.20. 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 электрического поля конденсатора и объемную плотность w энергии поля.

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

2.22. Элемент с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением $r = 1,5 \text{ Ом}$ замкнут на внешнее сопротивление $R = 8,5 \text{ Ом}$. Найти силу тока в цепи, падение напряжения на внешнем и внутреннем участках цепи, а также КПД элемента.

2.23. 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.

2.24. 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 $I_{\text{к.з.}}$ короткого замыкания источника ЭДС.

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

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

2.27. Источник постоянного тока один раз подсоединяют к катушке сопротивлением $R_1 = 9 \text{ Ом}$, другой раз к катушке сопротивлением $R_2 = 16 \text{ Ом}$. Количество теплоты, выделяющееся на катушках за одно и то же время, в обоих случаях одинаково. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

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

2.29. 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 $\Delta I / \Delta t$ нарастания тока в проводнике, если его сопротивление $R = 5 \text{ Ом}$.

2.30. 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.

2.31. Два круговых витка расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Радиус каждого витка 2 см, токи в витках $I_1 = I_2 = 5 \text{ А}$. Найти индукцию \vec{B} магнитного поля в центре витков. Решение пояснить рисунком.

2.32. Из проволоки длиной $\ell = 1 \text{ м}$ сделана квадратная рамка. По рамке течёт ток $I = 10 \text{ А}$. Найти индукцию \vec{B} магнитного поля в центре рамки. Решение пояснить рисунком.

2.33. Два круговых витка радиусом $R = 4 \text{ см}$ каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5 \text{ см}$ друг от друга. По виткам текут токи $I_1 = I_2 = 4 \text{ А}$. Найти напряжённость \vec{H} магнитного поля в центре одного из витков. Задачу решить для случаев, если: а) токи в витках текут в одном направлении; б) токи в витках текут в противоположных направлениях. Решение пояснить рисунком.

2.34. Два круговых витка радиусом $R = 4 \text{ см}$ каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии $d = 10 \text{ см}$ друг от друга. По виткам текут токи $I_1 = I_2 = 2 \text{ А}$. Найти напряжённость \vec{H} магнитного поля на оси витков в точке, находящейся на равном расстоянии от

них. Задачу решить для случая, если: а) токи в витках текут в одном направлении; б) токи в витках текут в противоположных направлениях. Решение пояснить рисунком.

2.35. Напряжённость магнитного поля в центре кругового витка $H_0 = 64$ А/м. Радиус витка $R = 11$ см. Найти напряжённость \vec{H} магнитного поля на оси витка на расстоянии $d = 10$ см от его плоскости. Решение пояснить рисунком.

2.36. 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 индукцию \vec{B} магнитного поля в точке, удаленной от первого проводника на расстояние $r_1 = 15$ см и от второго на расстояние $r_2 = 6$ см. Решение пояснить рисунком.

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

2.38. По двум бесконечно длинным прямолинейным проводникам, расположенным параллельно друг другу на расстоянии 10 см, текут токи силой 0,5 А и 10 А. Определить магнитную индукцию \vec{B} поля в точке, удаленной на расстояние 10 см, от каждого проводника. Ток в проводниках имеет одно направление. Решение пояснить рисунком.

2.39. По контуру в виде равностороннего треугольника течет ток $I = 40$ А. Сторона треугольника $a = 30$ см. Определить магнитную индукцию \vec{B} в точке пересечения высот. Решение пояснить рисунком.

2.40. По тонкому проводнику, изогнутому в виде правильного шестиугольника со стороной $a = 10$ см, течет ток силой $I = 20$ А. Определить магнитную индукцию \vec{B} в центре шестиугольника. Решение пояснить рисунком.

2.41. Внутри длинного соленоида перпендикулярно его оси расположен проводник длиной $\ell = 5$ см с током $I_1 = 10$ А. Какая сила действует на проводник, если соленоид имеет 25 витков на сантиметр длины и по его обмотке течет ток $I_2 = 5$ А?

2.42. Как нужно расположить прямолинейный алюминиевый проводник в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл и какой ток пропустить по нему, чтобы проводник находился в равновесии. Радиус проводника $r = 1$ мм.

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

2.44. По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии $d = 20$ см друг от друга, текут токи $I = 400$ А. Направления токов совпадают в двух проводах. Вычислить силу F/ℓ , действующую на единицу длины каждого провода.

2.45. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две её стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой $I = 200$ А. Определить силу F , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном её длине.

2.46. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии $d_1 = 5$ см друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А. Какую работу A/ℓ на единицу длины проводника надо совершить, чтобы раздвинуть их до расстояния $d_2 = 15$ см?

2.47. 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?

2.48. 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.

2.49. Найти кинетическую энергию W_k (в электрон-вольтах) протона, движущегося по дуге окружности радиусом $R = 6$ см в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл.

2.50. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиуса $R = 4\text{ см}$ со скоростью $V = 10^6 \text{ м/с}$. Индукция магнитного поля $B = 0,3 \text{ Тл}$. Найти заряд Q частицы, если известно, что ее кинетическая энергия $W_k = 12 \text{ кэВ}$.

2.51. В однородном магнитном поле напряженностью $H = 80 \text{ кА/м}$ помещена квадратная рамка, плоскость которой составляет с направлением магнитного поля угол $\varphi = 30^\circ$. Сторона рамки $a = 4 \text{ см}$. Найти магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.

2.52. В средней части соленоида, содержащего 10 витков на каждый сантиметр длины, помещен круговой виток диаметром $d = 1 \text{ см}$. Плоскость витка расположена под углом $\varphi = 30^\circ$ к оси соленоида. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток $I = 10 \text{ А}$.

2.53. Плоский контур площадью $S = 16 \text{ см}^2$ находится в однородном магнитном поле индукцией $B = 25 \text{ мТл}$. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с направлением линий индукции.

2.54. На длинный картонный каркас диаметром $D = 2 \text{ см}$ плотно уложена однослойная обмотка из проволоки диаметром $d = 0,5 \text{ мм}$. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I = 4 \text{ А}$.

2.55. Кольцо радиусом $R = 10 \text{ см}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 300 \text{ мТл}$. Плоскость кольца составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями индукции магнитного поля. Вычислить магнитный поток Φ , пронизывающий кольцо.

2.56. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I = 50 \text{ А}$, свободно установился в однородном магнитном поле индукцией $B = 0,025 \text{ Тл}$. Диаметр витка $d = 20 \text{ см}$. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\varphi = 120^\circ$?

2.57. Виток радиусом $R = 10 \text{ см}$, по которому течет ток силой $I = 20 \text{ А}$, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью $H = 10^3 \text{ А/м}$. Виток повернули относительно диаметра на угол $\varphi = 60^\circ$. Определить совершенную работу.

2.58. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной $a = 10 \text{ см}$, течет ток $I = 20 \text{ А}$. Плоскость квадрата перпендикулярна магнитным силовым линиям поля. Определить работу A , которую необходимо совершить для того, чтобы удалить проводник за пределы поля. Магнитная индукция $B = 0,15 \text{ Тл}$. Поле считать однородным.

2.59. Виток радиусом $R = 5 \text{ см}$ с током $I = 2 \text{ А}$ помещен в однородное магнитное поле напряженностью $H = 5 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ так, что нормаль к витку составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением силовых линий магнитного поля. Какую работу A совершают силы поля при повороте рамки в устойчивое положение?

2.60. Квадратная рамка со стороной $a = 4 \text{ см}$, содержащая $N = 100$ витков, помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H = 100 \text{ А/м}$. Направление силовых линий магнитного поля составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с нормалью к плоскости рамки. Определить работу, совершающую при повороте рамки в положение, при котором ее плоскость совпадает с направлением силовых линий.

2.61. Соленоид содержит $N = 600$ витков. Сердечник из немагнитного материала имеет сечение $S = 8 \text{ см}^2$. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B = 5 \text{ мТл}$. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает в соленоиде, если ток уменьшается до нуля за время $t = 0,4 \text{ мс}$.

2.62. Рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$, содержащая $N = 1500$ витков, равномерно вращается в магнитном поле напряженностью $H = 10^5 \text{ А/м}$, делая $n = 960 \text{ об/мин}$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

2.63. В электрической цепи, содержащей сопротивление $R = 10 \text{ Ом}$ и индуктивность $L = 5 \text{ мГн}$, течет ток $I_0 = 6 \text{ А}$. Определить силу тока I в этой цепи через $\Delta t = 0,36 \text{ мс}$ после отключения источника тока.

2.64. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 0,4 \text{ Гн}$. Через сколько времени Δt сила тока в цепи достигнет 95% предельного значения?

2.65. Сила тока в соленоиде равномерно возрастает от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 10$ А за $\Delta t = 1$ мин, при этом соленоид накапливает энергию $W = 20$ Дж. Какая ЭДС индуцируется в соленоиде?

2.66. Однослойный соленоид без сердечника длиной $\ell = 20$ см и диаметром $D = 4$ см имеет плотную обмотку медным проводом диаметром $d = 0,1$ мм. За время $\Delta t = 0,1$ с сила тока в нем равномерно убывает $I_0 = 5$ А до $I_1 = 0$. Определить ЭДС самоиндукции в соленоиде.

2.67. Обмотка соленоида имеет сопротивление $R = 10$ Ом. Какова его индуктивность, если при прохождении тока за время $\Delta t = 0,05$ с в нем выделяется количество теплоты, эквивалентное энергии магнитного поля соленоида?

2.68. В плоскости, перпендикулярной силовым линиям магнитного поля напряженностью $H = 2 \cdot 10^5$ А/м, относительно оси, проходящей через его середину, вращается стержень $\ell = 0,4$ м. В стержне индуцируется ЭДС, равная 0,2 В. Определить угловую скорость вращения стержня.

2.69. На концах крыльев самолета с размахом $\ell = 20$ м, летящего со скоростью $v = 900$ км/ч, возникает ЭДС индукции, равная 0,06 В. Определить вертикальную составляющую напряженности магнитного поля Земли.

2.70. По обмотке соленоида с параметрами: число витков $N = 1000$, диаметр $D = 0,04$ м, течет ток $I = 0,5$ А. Определить потокосцепление и объемную плотность энергии соленоида.

2.71-2.80. Система (табл. 6) совершает гармонические колебания с амплитудой A . Определить период T и циклическую частоту ω колебаний, записать уравнение гармонических колебаний, если начальная фаза φ_0 , определить полную энергию W системы.

Таблица 6

№ задачи	Тип системы	Амплитуда	Характеристики системы	Φ_0 , рад
2.71	Математический маятник	$x_m = 2$ см	$\ell = 0,8$ м $m = 10$ г	$\frac{\pi}{4}$
2.72		$x_m = 1,5$ см	$\ell = 0,8$ м $m = 30$ г	$\frac{\pi}{3}$
2.73	Физический маятник	$\alpha_m = 5^\circ$	$\ell = 0,2$ м $m = 0,3$ кг	$\frac{\pi}{3}$
2.74		$\alpha_m = 4^\circ$	$\ell = 0,8$ м $m_{\text{ct}} = 100$ г	$\frac{\pi}{2}$
2.75	Пружинный	$x_m = 1$ см	$k = 120$ Н/м $m = 50$ г	0

№ задачи	Тип системы	Амплитуда	Характеристики системы	Φ_0 , рад
2.76		$x_m = 0,5 \text{ см}$	$k = 110 \text{ Н/м}$ $m = 40 \text{ г}$	$\frac{3\pi}{4}$
2.77	Колебательный контур	$Q_m = 2 \text{ мкКл}$	$C = 4 \text{ мкФ}$ $L = 1 \text{ мГн}$	$\frac{\pi}{2}$
2.78		$Q_m = 3 \text{ мкКл}$	$C = 0,15 \text{ мкФ}$ $L = 2 \text{ мГн}$	0
2.79		$Q_m = 10 \text{ мкКл}$	$C = 2 \text{ мкФ}$ $L = 3 \text{ мГн}$	$\frac{\pi}{3}$
2.80		$Q_m = 1 \text{ мкКл}$	$C = 0,5 \text{ мкФ}$ $L = 0,5 \text{ мГн}$	$\frac{\pi}{4}$

Время проведения: курс - 2 семестр – 4

3.1–3.5. Плоская волна распространяется вдоль прямой OX со скоростью v (табл. 7). Две точки, находящиеся на расстояниях x_1 и x_2 от источника, колеблются с разностью фаз $\Delta\phi$, амплитудой y_m и периодом колебаний T . Для этой волны найти длину волны λ , циклическую частоту ω , записать уравнение волны $y(t)$, определить смещение y_1 и y_2 точек в момент времени t .

Таблица 7

№ задачи	$v, \text{ м/с}$	$x_1, \text{ м}$	$x_2, \text{ м}$	$y_m, \text{ м}$	$\Delta\phi, \text{ рад}$	$t, \text{ с}$
3.1	20	12	15	0,1	$(3/4)\pi$	1,2
3.2	20	60	70	0,02	2π	4
3.3	720	6,0	8,7	0,5	$\pi/4$	10^{-3}
3.4	10	5	5,5	0,04	$\pi/5$	1
3.5	15	30	36	0,02	$\pi/2$	3

3.6–3.10. В однородной изотропной среде с диэлектрической проницаемостью ϵ (табл. 8) и магнитной проницаемостью $\mu = 1$ распространяется плоская электромагнитная волна с амплитудой напряженности E_m электрического поля и циклической частотой ω . Определить для этой волны фазовую скорость v , длину волны λ , волновое число k , амплитуду напряженности H_m магнитного поля и плотность потока энергии S_m .

Таблица 8

№ задачи	ϵ	$\omega, \text{ рад/с}$	$E_m, \text{ В/м}$
3.6	2	$2\pi \cdot 10^8$	28
3.7	4	$\pi \cdot 10^8$	10
3.8	1	$(\pi/2) \cdot 10^8$	20
3.9	81	$(\pi/4) \cdot 10^8$	0,01

3.10	7	$(\pi/3) \cdot 10^8$	0,1
------	---	----------------------	-----

3.11. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние от щелей до экрана равно $L = 3$ м. Определить длину волны λ , испускаемую источником монохроматического света, если ширина полос интерференции на экране $\Delta x = 1,7$ мм.

3.12. На мыльную пленку падает белый свет под углом $\alpha = 45^\circ$ к поверхности пленки. При какой наименьшей толщине d_{\min} пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ($\lambda = 600$ нм). Показатель преломления мыльной воды 1,33.

3.13. Пучок света видимого диапазона (от 400 нм до 700 нм) падает нормально на стеклянную пластинку толщиной $d = 0,4$ мкм и показателем преломления $n = 1,5$. Какие длины волн, лежащие

в пределах видимого спектра, усиливаются в отраженном пучке?

3.14. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 440$ нм. Число интерференционных полос на 1 см верхней поверхности клина равно 11. Определить преломляющий угол θ клина.

3.15. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 630$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 0,8 м. Найти показатель преломления n жидкости.

3.16. Определить радиусы второй и третьей зон Френеля, если расстояния от точечного источника света ($\lambda = 0,63$ мкм) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равны 1,5 м.

3.17. На щель шириной 6λ падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Под каким углом φ будет наблюдаться третий дифракционный минимум?

3.18. На диафрагму с круглым отверстием $d = 5$ мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,66$ мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает: 1) две зоны Френеля; 2) три зоны Френеля.

3.19. Определить период d дифракционной решетки, если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка отклонён на $\varphi_1 = 18^\circ$. Под каким углом φ_2 будет наблюдаться шестой максимум?

3.20. Дифракционная решетка содержит 200 штр/мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,63$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

3.21. Угол преломления луча в жидкости $\gamma = 35^\circ$. Определить показатель преломления n жидкости, если известно, что отражённый луч максимально поляризован.

3.22. Луч света переходит из глицерина в стекло так, что луч, отражённый от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол между падающим и преломлённым лучами.

3.23. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен $\gamma = 45^\circ$. Найти для этого вещества угол $\alpha_{\text{Бр}}$ полной поляризации.

3.24. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поглощающие и отражающие 8 % падающего на них света. Интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9 % интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол φ между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора.

3.25. Пучок света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол $\varphi = 40^\circ$. Принимая, что коэффициент поглощения k каждого николя равен 0,15, найти, во сколько раз пучок света, выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с пучком, падающим на первый николь.

3.26. Угол φ между плоскостями пропускания поляроидов равен 50° . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в $n = 8$ раз. Пренебрегая потерей света при отражении, определить коэффициент поглощения k света в поляроидах.

3.27. На сколько процентов уменьшается интенсивность естественного света после прохождения его через призму Николя, если потери на поглощение и отражение составляют 10% ?

3.28. Кварцевую пластинку поместили между скрещенными николями. При какой наименьшей толщине d_{\min} кварцевой пластины поле зрения между николями будет максимально просветленно? Постоянная вращения кварца равна $\alpha = 27$ град/мм.

3.29. Плоскополяризованный монохроматический луч света падает на поляроид и полностью им гасится. Когда на пути луча поместили кварцевую пластину, интенсивность луча света после поляроида стала равна половине интенсивности луча, падающего на поляроид. Определить толщину d кварцевой пластины. Постоянная вращения кварца равна $\alpha = 27$ град/мм.

3.30. Пластинку кварца толщиной $d = 2$ мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол $\varphi = 53^\circ$. Какой наименьшей толщины d_{\min} следует взять пластинку, чтобы поле зрения поляриметра стало совершенно тёмным?

3.31. Чёрное тело имеет температуру $T_1 = 500$ К. Какова будет температура T_2 тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в $n = 5$ раз?

3.32. Температура чёрного тела $T = 2$ кК. Определить длину волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $r_{\lambda,T}$, и спектральную плотность $r_{\lambda,T}^{\max}$ энергетической светимости для этой длины волны.

3.33. Определить температуру T и энергетическую светимость R_e чёрного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости $r_{\lambda,T}^{\max}$ приходится на длину волны $\lambda_m = 600$ нм.

3.34. Из смотрового окошка печи излучается поток $\Phi_e = 4$ кДж/мин. Определить температуру T печи, если площади окошка $S = 8$ см².

3.35. Поток излучения чёрного тела $\Phi_e = 10$ кВт. Максимум спектральной плотности энергетической светимости $r_{\lambda,T}^{\max}$ приходится на длину волны $\lambda_m = 0,8$ мкм. Определить площадь S излучающей поверхности.

3.36. Как и во сколько раз изменится поток излучения чёрного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости $r_{\lambda,T}^{\max}$ переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{m1} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{m2} = 390$ нм)?

3.37. Муфельная печь, потребляющая мощность $P = 1,2$ кВт, имеет отверстие площадью $S = 150$ см². Определить долю мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1 кК.

3.38. Средняя энергетическая светимость $\langle R_e \rangle$ поверхности Земли равна 0,54 Дж/(см²·мин). Какова должна быть температура T поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты $a_T = 0,25$?

3.39. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны $\lambda = 500$ нм. Принимая Солнце за чёрное тело, определить энергетическую светимость R_e Солнца и поток Φ_e излучаемой им энергии.

3.40. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости чёрного тела $r_{\lambda,T}^{\max} = 4,16 \cdot 10^{11}$ Вт/м³. На какую длину волны λ_{\max} она приходится?

3.41. На поверхность металла падают монохроматические лучи с длиной волны $\lambda = 0,1$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0,3$ мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

3.42. На металлическую пластину направлен пучок ультрафиолетовых лучей ($0,25$ мкм). Фототок прекращается при минимальной задерживающей разности потенциалов $\Delta U_3 = 0,96$ В. Определить работу выхода A электронов из металла.

3.43. На фотоэлемент с катодом из лития падают лучи с длиной волны $\lambda = 200$ нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов ΔU_3 , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.

3.44. Красная граница фотоэффекта для цинка $\lambda_0 = 310$ нм. Определить максимальную кинетическую энергию W_k^{\max} фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падают лучи с длиной волны $\lambda = 200$ нм.

3.45. Фотон с энергией $\varepsilon_\phi = 10$ эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс p , полученный пластиной, если принять, что скорости движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластины.

3.46. На поверхность площадью $S = 100$ см² в единицу времени падает световая энергия $1,05$ Дж/с. Найти давление света, если поверхность полностью отражает и полностью поглощает падающее на неё лучи.

3.47. Монохроматический пучок света ($\lambda = 490$ нм) при нормальном падении на поверхность, производит световое давление $p = 4,9$ мкПа. Какое количество фотонов падает в единицу времени на единицу площади этой поверхности? Коэффициент отражения $0,25$.

3.48. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, равно 60 мПа. Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны λ света, падающего на поверхность, равна $0,63$ мкм.

3.49. На зеркальную поверхность площадью $6,4$ см² падает нормально поток излучения $\Phi_e = 1,8$ Вт. Определить давление p и силу давления F света на эту поверхность.

3.50. Давление света с длиной волны $\lambda = 520$ нм, падающего нормально на зачернённую поверхность, равно 4 нПа. Определить число N фотонов, падающих за $t = 1$ мин на площадь $S = 5$ мм² этой поверхности.

3.51. В результате эффекта Комптона на свободных электронах фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ был рассеян на угол $\theta = 150^\circ$. Определить энергию рассеянного фотона ε_2 .

3.52. Фотон с энергией $\varepsilon_1 = 0,25$ МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия рассеянного фотона $\varepsilon_2 = 0,2$ МэВ. Определить угол рассеяния θ .

3.53. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/2$. Энергия фотона до рассеяния $\varepsilon_1 = 0,51$ МэВ.

3.54. Определить импульс p_e электрона отдачи, если фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,53$ МэВ в результате рассеяния на свободном электроне потерял $1/3$ своей энергии.

3.55. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне был рассеян на угол $\theta = 90^\circ$. Определить импульс p_e электрона отдачи, если энергия фотона до рассеяния была равна $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ.

3.56. В результате эффекта Комптона на свободных электронах фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ был рассеян на угол $\theta = 150^\circ$. Определить энергию рассеянного фотона ε_2 .

3.57. Фотон с энергией $\varepsilon_1 = 0,25$ МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия рассеянного фотона $\varepsilon_2 = 0,2$ МэВ. Определить угол рассеяния θ .

3.58. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/2$. Энергия фотона до рассеяния $\varepsilon_1 = 0,51$ МэВ.

3.59. Определить импульс p_e электрона отдачи, если фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,53$ МэВ в результате рассеяния на свободном электроне потерял $1/3$ своей энергии.

3.60. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне был рассеян на угол $\theta = 90^\circ$. Определить импульс p_e электрона отдачи, если энергия фотона до рассеяния была равна $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ.

3.61. Найти дебройлевскую длину λ для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

3.62. Определить длину волны λ де Броиля электронов, бомбардирующих анод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны λ

= 3 нм.

3.63. Электрон движется по окружности радиусом $R = 0,5$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл. Определить длину волны λ де Броиля электрона.

3.64. Какой кинетической энергией W_k должен обладать электрон, чтобы дебройлевская длина волны λ электрона была равна его комптоновской длине волны λ_c ?

3.65. Масса m движущегося электрона в два раза больше массы покоя m_0 . Определить длину волны λ де Броиля для такого электрона.

3.66. Электрон с кинетической энергией $W_k = 10$ эВ находится в металлической пылинке диаметром $d = 1,5$ мкм. Оценить относительную неопределенность $\frac{\Delta v_x}{v_x}$, с которой может быть найдена скорость электрона.

3.67. Во сколько раз дебройлевская длина волны λ частицы меньше неопределенности Δx ее координаты, которая соответствует относительной неопределенности проекции импульса $\Delta p_x / p_x = 2\%$?

3.68. Предполагая, что неопределенность координаты Δx движущейся частицы равна дебройлевской длине волны λ , определить относительную неопределенность $\Delta p_x / p_x$ импульса этой частицы.

3.69. Атом испустил фотон с длиной волны $\lambda = 800$ нм. Продолжительность излучения $\tau = 10$ нс. Определить наибольшую точность $\Delta \lambda / \lambda$, с которой может быть измерена длина волны излучения.

3.70. Используя соотношение неопределенностей $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$, оценить низший энергетический уровень электрона в атоме водорода. Принять линейные размеры атома $\ell \approx 0,1$ нм.

3.71–3.75. Частица находится в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной «потенциальной яме» (рис. 4) шириной ℓ . Для состояния частицы, характеризуемого квантовым числом n (табл. 9), Определить плотность вероятности $|\psi(x)|^2$ обнаружения частицы в точке с координатой X , вероятность W нахождения частицы в интервале Δx и энергию W частицы в указанном состоянии, изобразить графически зависимость $|\psi(x)|^2 = f(x)$.

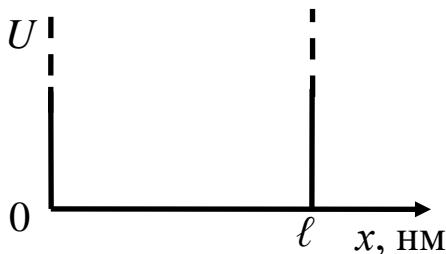


Рисунок 4

Таблица 9

№ задачи	Частица	ℓ , нм	n	x , нм	$x_1 \leq x \leq x_2$
3.71	Электрон	1,0	3	0,5	$0 \leq x \leq \ell/3$
3.72	Протон	1,5	2	0,4	$\ell/2 \leq x \leq \ell$
3.73	α -частица	10,0	1	3,0	$\ell/3 \leq x \leq 2\ell/3$
3.74	Электрон	2,0	4	0,25	$\ell/4 \leq x \leq \ell/2$
3.75	Протон	1,0	3	0,2	$\ell/3 \leq x \leq \ell$

3.76. Определить, какая доля $\Delta N/N$ первоначального количества ядер изотопа $^{60}_{27}\text{Co}$ распадается через пять лет.

3.77. Определить число ΔN атомов радиоактивного препарата йода $^{131}_{53}\text{I}$ массой $m = 0,5$ мкг, распавшихся в течение семи суток.

3.78. За 8 суток распалось $\frac{3}{4}$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период $T_{1/2}$ полураспада этого изотопа.

3.79. Определить число ядер ΔN , распадающихся в течение 1 минуты в радиоактивном изотопе фосфора $^{32}_{15}\text{P}$ массой 1 мг.

3.80. Определить, какая доля $\Delta N/N$ радиоактивного изотопа $^{192}_{77}\text{Ir}$ распадается за 25 суток.

6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

6.1 Оцениваемые компетенции УК-1

6.2 Форма контроля: текущий контроль (ТК) выполняется в виде устного или письменного опроса

6.3 Критерии оценивания

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный материал);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Шкала оценивания:

Баллы	Степень удовлетворения критериям
5 баллов «Отлично»	Указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, проставлены все единицы измерения, есть соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно).
4 балла «Хорошо»	Одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач.
3 балла «Удовлетворительно»	Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных

	или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач.
2 балла «Неудовлетворительно»	<p>Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др.</p> <p>Нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>

6.4 Содержание самостоятельной работы:

1. Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к занятиям.
2. Оформление отчетов по лабораторным работам (см. 5.1)
3. Подготовка к тестированию. (см. 5.2)
4. Подготовка к промежуточной аттестации.

6.5 Вопросы для самостоятельного изучения при подготовке к промежуточной аттестации

Механика

1. Траектория, длина пути и вектор перемещения материальной точки.
2. Скорости: мгновенная, в момент времени t , средняя, средняя путевая, радиальная, трансверсальная и секториальная
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. Основные свойства поля центральных сил.
18. Секторная скорость материальной точки в поле центральных сил (II-ой закон Кеплера).
19. Принцип относительности Галилея.
20. Постулаты специальной теории относительности.
21. Преобразования Лоренца.

- 22 Следствия из преобразований Лоренца: относительность понятия одновременности, длина тел в разных системах отсчета, промежутки времени между событиями, закон сложения скоростей для релятивистских частиц.
23. Механика твердых тел. Упругие напряжения и деформации. Тензор упругих напряжений. Главные напряжения.
24. Закон Гука. Расчет модуля упругости при сжатии твердого тела и наличия бокового отпора.
25. Деформации сдвига, кручения и изгиба.
26. Механика жидкостей. Теоремы неразрывности и Бернулли.
27. Вязкость. Коэффициент внутреннего трения. Единица измерения.
28. Закон изменения скорости при ламинарном течении, турбулентное течение. Числа Рейнольдса и Фруда.

Основы молекулярной физики и термодинамики

1. Теплоемкость. Расчет теплоемкости идеального газа в различных процессах.
2. Энтропия. Изменение энтропии идеального газа в произвольном процессе.
3. Обратимые и необратимые процессы. II начало термодинамики.
4. Круговые процессы (циклы) и их использование в технике. Тепловые машины,
5. холодильники. Термодинамический способ обогрева (тепловые насосы). КПД цикла. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Максимальность КПД цикла Карно
6. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
7. Закон распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение
8. Максвелла) и энергиям.
9. Распределение молекул по высоте (распределение Больцмана). Барометрическая
10. формула.
11. Средняя длина свободного пробега молекул. Среднее число столкновений.
12. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории. Опыты Штерна и Ламберта. Броуновское движение

Электромагнитные явления

1. Электрические заряды и их свойства. Закон Кулона.
2. Напряженность электрического поля. Вектор смещения.
3. Теорема Гаусса.
4. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности электрического поля цилиндра (нити), шара, сферы, плоскости.
5. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал. Связь потенциала с напряженностью.
6. Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов по поверхности проводника. Эквипотенциальность. Напряженность электрического поля вблизи поверхности проводника.
7. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризованность. Механизмы поляризации.
8. Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в среде.
9. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.
10. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.
11. Постоянный электрический ток. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи.
12. Недостатки классической электронной теории электропроводности металлов
13. Правила Кирхгофа. Расчет электрических цепей.
14. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.
15. Характеристики магнитного поля. Вектор магнитной индукции и напряженность магнитного поля. Закон Био – Савара – Лапласа.
16. Расчет магнитного поля прямоугольного и кругового тока.
17. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля и ее применение для расчета

магнитных полей.

18. Действие магнитного поля на проводник с током и на контур с током.
19. Работа по перемещению проводника с током, контура с током в магнитном поле. Магнитный поток.
20. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
21. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон Фарадея, Правило Ленца.
22. Явление самоиндукции. Индуктивность.
23. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнетики.
24. Намагничивание сред. Магнитные моменты атомов. Диа- и парамагнетики в магнитном поле.
25. Уравнения Maxwella.

Физика колебаний и волн

1. Колебательные процессы в природе и технике. Свободные колебания без трения. Физический маятник и период его колебаний/
2. Свободные электромагнитные и механические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Сохранение энергии.
3. Сложение колебаний одинаковой частоты и направления.
4. Затухающие электромагнитные колебания и их характеристики.
5. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток.
6. Волны в упругой среде. Поперечные и продольные. Уравнение плоской волны.
7. Электромагнитные волны и их свойства.

Волновая и квантовая оптика

1. Интерференция света и условия ее наблюдения. Условия максимума и минимума при интерференции.
2. Дифракция света. Метод зон Френеля. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Дифракция Фраунгофера на щели.
4. Дифракционная решетка. Условие главных максимумов.
5. Поляризация света. Поляризаторы.
6. Закон Малюса. Закон Брюстера.
7. Особенности теплового излучения. Основные характеристики теплового излучения.
8. Законы теплового излучения: закон Кирхгофа, закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
9. Гипотеза Планка. Формула Планка.
10. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
11. Эффект Комптона. Формула Комптона.
12. Корпускулярно-волновой дуализм.

Волновые свойства частиц

1. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновой природы частиц.
2. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
3. Волновая функция и ее свойства. Стационарное и временное уравнения Шредингера.
4. Частица в потенциальном ящике.

Элементы современной теории атомов и молекул

1. Теория Бора для атома водорода
2. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Спин. Принцип запрета Паули.
3. Излучение и поглощение света веществом. Лазеры.

Зонная теория твердых тел

1. Зонная структура твердых тел. Энергетические зоны.
2. Электроны в металле. Статистика Ферми-Дирака. Энергия Ферми и работа выхода электронов из металла.
3. Полупроводники. Электроны и дырки. Собственная проводимость полупроводников.
4. Донорная и акцепторная проводимость полупроводников.
5. p-n- переход. Полупроводниковый диод.
6. Контакт металл-полупроводник. Вентильный эффект.
7. Перераспределение концентрации носителей в металлах и полупроводниках при градиенте температуры.
8. Явление Зеебека. ТермоЭДС.
9. Эффект Пельтье.

Атомное ядро. Элементарные частицы.

1. Состав атомного ядра. Дефект масс. Энергия связи.
2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
3. Спонтанное деление тяжелых ядер. Атомная энергетика.
4. Термоядерный синтез. Энергетический эффект.
5. Фундаментальные взаимодействия.
6. Элементарные частицы и их классификация. Переносчики и участники взаимодействия.

7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

Оцениваемые компетенции: УК-1

7.1. 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 является экзамен во 2, 4 семестрах, зачет в 3 семестре в процессе которых определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций. Инструментом измерения сформированности компетенций являются утвержденные отчеты по лабораторным работам, заченные задачи. Обучающийся сдает экзамен/ зачет, если присутствуют все указанные элементы.

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

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является устный ответ обучающегося на три теоретических вопроса.

7. 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»	Обучающийся исчерпывающим образом ответил на вопросы экзаменационного билета. При ответе обучающийся 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 отвешены в полном объеме без замечаний или с незначительными замечаниями</i>
75-84 баллов «хорошо»	При ответе на вопросы экзаменационного билета обучающимся допущены одна-две неточности или несущественные ошибки. При ответе обучающийся излагает материал последовательно, четко и логически стройно, способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры. <i>При правильном и полном ответе на два из вопросов и правильном, но не полном ответе на третий из вопросов.</i>
65-74 балла «удовлетворительно»	При ответе на вопросы экзаменационного билета обучающимся допущены одна-две существенные ошибки, которые обучающийся исправил при наводящих вопросах экзаменатора. Обучающийся допускает нарушение логики изложения материала, путается в терминах, демонстрирует слабую способность аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры. <i>При правильном и неполном ответе на три вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов.</i>
0-64 баллов «неудовлетворительно»	При ответе обнаружено непонимание обучающимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые обучающийся не смог исправить при наводящих вопросах экзаменатора; не осознаёт связи теории с практикой; обучающийся отсутствовал на экзамене. <i>При правильном и неполном ответе только на один из вопросов или отсутствии ответов на вопросы.</i>

Количество баллов	0 – 64	65 – 74	75-84	85-100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Шкала оценивания	Не зачтено		зачтено	

7.3. Вопросы для подготовки к экзамену (зачету).

Курс 1 Семестр 2 (Экзамен)

1. Траектория, длина пути и вектор перемещения материальной точки.
2. Скорости: мгновенная, в момент времени t , средняя, средняя путевая, радиальная, трансверсальная и секториальная
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. Основные свойства поля центральных сил.
 18. Секторная скорость материальной точки в поле центральных сил (II-ой закон Кеплера).
 19. Принцип относительности Галилея.
 20. Постулаты специальной теории относительности.
 21. Преобразования Лоренца.
 - 22 Следствия из преобразований Лоренца: относительность понятия одновременности, длина тел в разных системах отсчета, промежутки времени между событиями, закон сложения скоростей для релятивистских частиц.
 23. Механика твердых тел. Упругие напряжения и деформации. Тензор упругих напряжений. Главные напряжения.
 24. Закон Гука. Расчет модуля упругости при сжатии твердого тела и наличия бокового отпора.
 25. Деформации сдвига, кручения и изгиба.
 26. Механика жидкостей. Теоремы неразрывности и Бернулли.
 27. Вязкость. Коэффициент внутреннего трения. Единица измерения.
 28. Закон изменения скорости при ламинарном течении, турбулентное течение. Числа Рейнольдса и Фруда.
 29. Теплоемкость. Расчет теплоемкости идеального газа в различных процессах.
 30. Энтропия. Изменение энтропии идеального газа в произвольном процессе.
 31. Обратимые и необратимые процессы. II начало термодинамики.
 32. Круговые процессы (циклы) и их использование в технике. Тепловые машины, холодильники. Термодинамический способ обогрева (тепловые насосы). КПД цикла. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Максимальность КПД цикла Карно
 33. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
 34. Закон распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла) и энергиям.
 35. Распределение молекул по высоте (распределение Больцмана). Барометрическая формула.
 36. Средняя длина свободного пробега молекул. Среднее число столкновений.
 37. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории. Опыты Штерна и Ламберта. Броуновское движение

Курс 2 Семестр 3 (Зачет)

26. Электрические заряды и их свойства. Закон Кулона.
27. Напряженность электрического поля. Вектор смещения.
28. Теорема Гаусса.
29. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности электрического поля цилиндра (нити), шара, сферы, плоскости.

30. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал. Связь потенциала с напряженностью.
31. Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов по поверхности проводника. Эквипотенциальность. Напряженность электрического поля вблизи поверхности проводника.
32. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризованность. Механизмы поляризации.
33. Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в среде.
34. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.
35. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.
36. Постоянный электрический ток. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи.
37. Недостатки классической электронной теории электропроводности металлов
38. Правила Кирхгофа. Расчет электрических цепей.
39. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.
40. Характеристики магнитного поля. Вектор магнитной индукции и напряженность магнитного поля. Закон Био – Савара – Лапласа.
41. Расчет магнитного поля прямоугольного и кругового тока.
42. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля и ее применение для расчета магнитных полей.
43. Действие магнитного поля на проводник с током и на контур с током.
44. Работа по перемещению проводника с током, контура с током в магнитном поле. Магнитный поток.
45. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
46. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон Фарадея, Правило Ленца.
47. Явление самоиндукции. Индуктивность.
48. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнетики.
49. Намагничивание сред. Магнитные моменты атомов. Диа- и парамагнетики в магнитном поле.
50. Уравнения Maxwella.
51. Колебательные процессы в природе и технике. Свободные колебания без трения. Физический маятник и период его колебаний/
52. Свободные электромагнитные и механические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Сохранение энергии.
53. Сложение колебаний одинаковой частоты и направления.
54. Затухающие электромагнитные колебания и их характеристики.
55. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток.
56. Волны в упругой среде. Поперечные и продольные. Уравнение плоской волны.
57. Электромагнитные волны и их свойства.

Курс – 2. Семестр – 4. (экзамен)

5. Интерференция света и условия ее наблюдения. Условия максимума и минимума при интерференции.
6. Дифракция света. Метод зон Френеля. Принцип Гюйгенса-Френеля.
7. Дифракция Фраунгофера на щели.
8. Дифракционная решетка. Условие главных максимумов.
9. Поляризация света. Поляризаторы.
10. Закон Малюса. Закон Брюстера.
11. Особенности теплового излучения. Основные характеристики теплового излучения.
12. Законы теплового излучения: закон Кирхгофа, закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
13. Гипотеза Планка. Формула Планка.
14. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
15. Эффект Комптона. Формула Комптона.
16. Корпускулярно-волновой дуализм.

17. Волны де Броиля. Экспериментальное подтверждение волновой природы частиц.
18. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
19. Волновая функция и ее свойства. Стационарное и временное уравнения Шредингера.
20. Частица в потенциальном ящике.
21. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Спин. Принцип запрета Паули.
22. Излучение и поглощение света веществом. Лазеры.
23. Зонная структура твердых тел. Энергетические зоны.
24. Электроны в металле. Статистика Ферми-Дирака. Энергия Ферми и работа выхода электронов из металла.
25. Полупроводники. Электроны и дырки. Собственная проводимость полупроводников.
26. Донорная и акцепторная проводимость полупроводников.
27. p-n- переход. Полупроводниковый диод.
28. Контакт металл-полупроводник. Вентильный эффект.
29. Перераспределение концентрации носителей в металлах и полупроводниках при градиенте температуры.
30. Явление Зеебека. ТермоЭДС.
31. Эффект Пельтье.
32. Состав атомного ядра. Дефект масс. Энергия связи.
33. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
34. Спонтанное деление тяжелых ядер. Атомная энергетика.
35. Термоядерный синтез. Энергетический эффект.
36. Фундаментальные взаимодействия.
37. Элементарные частицы и их классификация. Переносчики и участники взаимодействия.

Вопросы в билете формируются случайным образом, в соответствии с заданиями и экзаменационными вопросами данного ФОС.

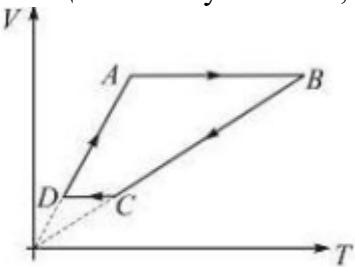
8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина Физика

специальность/направление подготовки 21.05.04 Горное дело/01 Подземная разработка пластовых месторождений
год набора 2022

УК-1	Знать	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулировкой второго закона Ньютона является... <ol style="list-style-type: none"> 1) скорость изменения импульса тела равна равнодействующей всех сил, действующих на него 2) два тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и направленными в противоположенные стороны вдоль соединяющей их прямой 3) тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока внешнее воздействие не выведет его из этого состояния 4) все законы механики не меняют своего вида при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой 2. В основе специальной теории относительности (СТО) лежат два постулата... <ol style="list-style-type: none"> 1) принцип относительности Эйнштейна и принцип эквивалентности 2) принцип относительности Эйнштейна и принцип постоянства скорости света 3) принцип постоянства скорости света и принцип соответствия 4) принцип эквивалентности и принцип постоянства скорости света

3. На рисунке приведен цикл, осуществляющийся с идеальным газом. Если U – внутренняя энергия газа, A – работа совершаемая газом, Q количество сообщенной газу теплоты, то $\Delta U > 0$, $A = 0$, $Q > 0$ для участка...

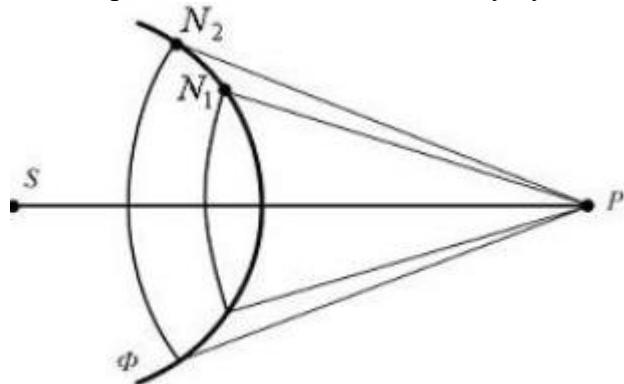


- 1) BC
- 2) DA
- 3) CD
- 4) AB

4. Вектор напряженности магнитного поля \vec{H} характеризует поле...

- 1) токов проводимости**
- 2) токов проводимости и молекулярных токов
- 3) молекулярных токов
- 4) микротоков

5. На рисунке представлена схема разбиения волновой поверхности Φ на зоны Френеля. Разность хода между лучами N_1P и N_2P равна...



- 1) λ
- 2) $\lambda/4$
- 3) 2λ
- 4) $\lambda/2$

Уметь

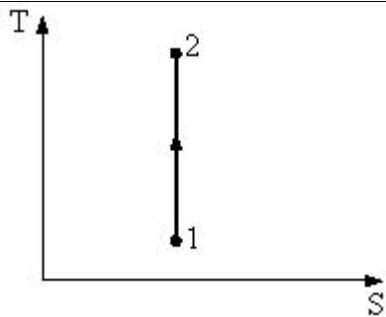
1. Потенциальная энергия частицы задается функцией $U=2xyz$. F_z – компонента вектора силы (в Н), действующей на частицу в точке А (1,2,3), равна...

(Функция U и координаты точки А заданы в единицах СИ)

Ведите ответ (целое число)

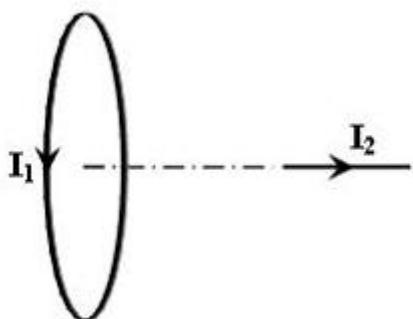
-4

2. Процесс, изображенный на рисунке в координатах (T,S) , где S – энтропия, является...



- 1) изотермическим расширение
- 2) изохорным нагреванием
- 3) адиабатным сжатие**
- 4) изобарным расширением

3. Поле создано круговым током I_1 . сила Ампера, действующая на отрезок проводника с током I_2 , лежащий на оси витка (см. рисунок)...

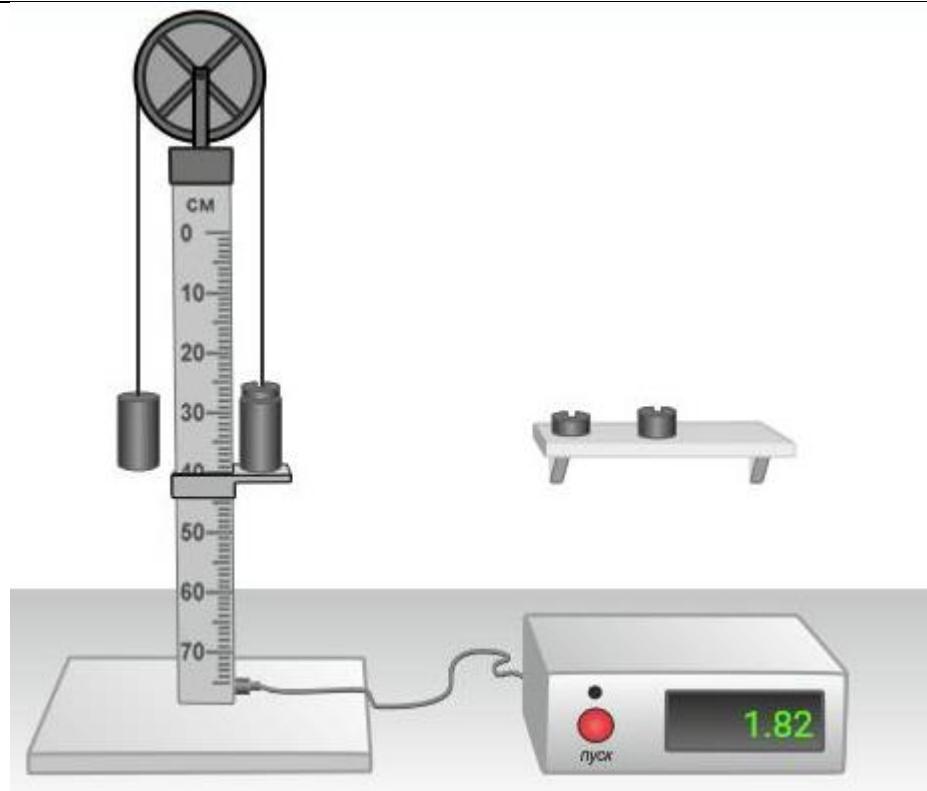


- 1) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена «к нам»
- 2) лежит в плоскости чертежа и направлена вниз
- 3) равна нулю**
- 4) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена «от нас»

4. В магнитное поле, изменяющееся по закону $B=0,1\cos 4\pi t$, помещена квадратная рамка со стороной $a=10$ см. Нормаль к рамке совпадает с направлением изменения поля. ЭДС индукции, возникающая в рамке в момент времени $t=0,25$ с, равна...

- 1) 0**
- 2) $12,6 \cdot 10^{-3}$ В
- 3) 12,6 В
- 4) $1,26 \cdot 10^{-3}$ В

Владеть 1. В лабораторной установке (см. рисунок) система приведена в движение добавлением перегрузки к правому грузу.



По представленным данным определите ускорение, с которым будут двигаться грузы на пути 0,4 м.

Ответ приведите с точностью до сотых.

ускорение $0,24 \text{ м/с}^2$

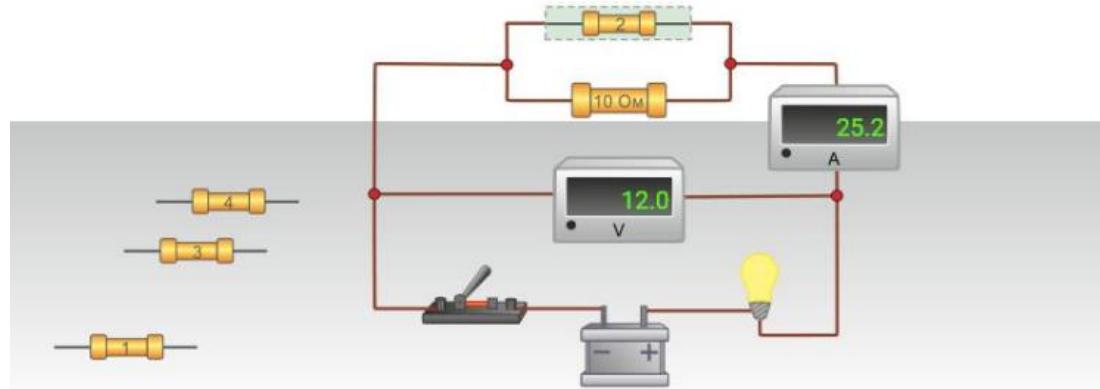
2. В лабораторной установке (см. рисунок) система приведена в движение добавлением перегрузка к правому грузу.



По представленным данным определите скорость, которую будут иметь грузы в конце пути 0,4 м.
Ответ приведите с точностью до сотых.

скорость грузов 0,44 м/с.

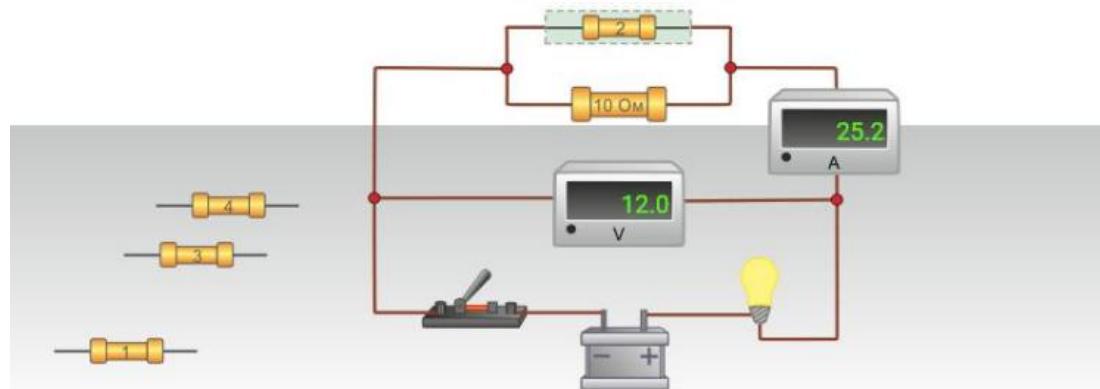
3. Используя имеющееся на экране оборудование, определите сопротивление, которым обладает резистор №2.



Ответ приведите в Ом с точностью до десятых.

Сопротивление 0,5 Ом

4. Используя имеющееся на экране оборудование, определите отношение мощности, выделяемой на указанном сопротивлении, к мощности, выделяемой на сопротивлении R_0



Ответ приведите с точностью до целых.

$P_2/P_0=20$