

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Практикум по решению физических задач

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Обучающиеся должны иметь четкое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведенных на контактную и самостоятельную работу;
- формах контактной и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания ваших учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

Знание основных положений, отраженных в рабочей программе дисциплины, поможет обучающимся ориентироваться в изучаемом курсе, осознавать место и роль изучаемой дисциплины в подготовке будущего филолога, строить свою работу в соответствии с требованиями, заложенными в программе.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий следует не только слушать излагаемый материал и кратко его конспектировать, но очень важно участвовать в анализе примеров, предлагаемых преподавателем, в рассмотрении и решении проблемных вопросов, выносимых на обсуждение. Необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

В процессе конспектирования лекционного материала лучше использовать одну сторону тетрадного разворота (например, левую), оставив другую (правую) для внесения вопросов, замечаний, дополнительной информации, которая может появиться при изучении учебной или научной литературы во время подготовки к практическим занятиям. Не следует дословно записать лекцию, лучше попытаться понять логику изложения и выделить наиболее важные положения лекции в виде опорного конспекта или ментальной карты (для составления ментальной карты или опорного конспекта можно использовать разворот тетради или отдельный чистый лист А4, который затем можно вклеить в тетрадь для конспектов). Основные определения важнейших понятий, особенно при отсутствии единства в трактовке тех или иных понятий среди ученых, лучше записать. Не следует пренебрегать примерами, зачастую именно записанные примеры помогают наполнить опорный конспект живым содержанием и облегчают его понимание.

Рекомендуется использовать различные формы выделения наиболее сложного, нового, непонятного материала, который требует дополнительной проработки: можно пометить его знаком вопроса (или записать на полях сам вопрос), цветом, размером букв и т.п. – это поможет быстро найти материал, вызвавший трудности, и в конце лекции (или сразу же, попутно) задать вопрос

преподавателю (не следует оставлять непонятый материал без дополнительной проработки, без него иногда бывает невозможно понять последующие темы). Материал уже знакомый или понятный нуждается в меньшей детализации – это поможет сэкономить усилия во время конспектирования.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить в соответствии с вопросами для повторения основную литературу, просмотреть и дополнить конспекты лекции, ознакомиться с дополнительной литературой – это поможет усвоить и закрепить полученные знания. Кроме того, к каждой теме в планах практических занятий даются практические задания, которые также необходимо выполнить самостоятельно во время подготовки к занятию.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на зачет. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

№	Тема	Рассматриваемые вопросы
1	Структура КИМов ОГЭ и ЕГЭ по физике	Кодификатор, спецификация, демо-версия. Критерии оценивания
2	Механика	Задачи ЕГЭ. Часть 1. Равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения. Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) Механика (изменение физических величин в процессах) Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами). Часть 2 Механика (расчетная задача). Механика (качественная задача).
3	Молекулярная физика. Термодинамика	Задачи ЕГЭ. Часть 1. Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы. Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины. Относительная влажность воздуха, количество теплоты. МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия

	<p>между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами). Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления).</p> <p>Часть 2 Молекулярная физика (расчетная задача). Молекулярная физика (качественная задача).</p>
--	---

Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям

№	Тема занятий	Рассматриваемые вопросы
1	Механика	<p>Задачи ЕГЭ. Часть 1. Равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения. Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) Механика (изменение физических величин в процессах) Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами).</p> <p>Часть 2 Механика (расчетная задача). Механика (качественная задача).</p>
2	Молекулярная физика. Термодинамика	<p>Задачи ЕГЭ. Часть 1. Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы. Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины. Относительная влажность воздуха, количество теплоты. МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами). Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления).</p> <p>Часть 2 Молекулярная физика (расчетная задача). Молекулярная физика (качественная задача).</p>
3	Электродинамика	<p>Задачи ЕГЭ. Часть 1. Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца. Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе.</p>

		<p>Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков).</p> <p>Электродинамика (изменение физических величин в процессах).</p> <p>Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами).</p> <p>Часть 2</p> <p>Электродинамика (расчетная задача).</p> <p>Электродинамика (качественная задача).</p>
4	Квантовая физика и элементы астрофизики	<p>Задачи ЕГЭ. Часть 1.</p> <p>Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции.</p> <p>Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада.</p> <p>Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)</p> <p>Элементы астрофизики: Солнечная система, звезды, галактики.</p> <p>Часть 2</p> <p>Электродинамика (расчетная задача).</p> <p>Электродинамика (качественная задача).</p>
5	Методы научного познания	<p>Задачи ЕГЭ. Механика. Молекулярная физика.</p> <p>Электродинамика. Квантовая физика и элементы астрофизики</p>

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

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать хотя бы самые краткие выписки и заметки.

Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме. Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к литературе, а к своим записям.

При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на лекциях и консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.

**Вопросы к зачету
по дисциплине «Практикум по решению физических задач»**

1. Относительность движения. Системы отсчета.
2. Радиус-вектор, векторы перемещения, скорости, ускорения.
3. Тангенциальное и нормальное ускорение.
4. Угловое перемещение, скорость и ускорение.
5. Связь линейных и угловых величин.
6. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
7. Силы в природе, фундаментальные взаимодействия.

8. Закон сохранения импульса.
9. Механическая работа.
10. Энергия механического движения.
11. Виды равновесия. Консервативные и неконсервативные силы.
12. Закон сохранения и превращения энергии.
13. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Давление газов.
14. Температура и ее измерение. Абсолютная температура. И
15. идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
16. Газовые законы.
17. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
18. Внутренняя энергия, и ее изменение при взаимодействии термодинамических систем.
19. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами.
20. Первое начало термодинамики.
21. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
22. Теплоемкость.
23. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
24. Тепловые машины. Идеальный цикл Карно.
25. Электрические заряды. Закон Кулона.
26. Электрическое поле в вакууме.
27. Работа сил электростатического поля.
28. Потенциал. Описание электростатического поля с помощью потенциала и вектора напряженности поля.
29. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии.
30. Электростатическое поле при наличии проводников.
31. Электростатическое поле при наличии диэлектриков
32. Электроёмкость.
33. Электрический ток. Закон Ома для однородного участка цепи.
34. Сопротивление проводника.
35. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Источники тока.
36. Закон Ома для полной цепи.
37. Закон Джоуля-Ленца.
38. Сила Лоренца.
39. Индукция магнитного поля.
40. Взаимодействие токов. Сила Ампера.
41. опыты Фарадея. Магнитный поток.
42. Закон электромагнитной индукции Фарадея и правило Ленца.
43. Самоиндукция.
44. Скорость и ускорение при гармоническом колебании.
45. Уравнение движения простейших механических систем без трения. Маятники.
46. Параметры электрических колебаний.
47. Собственная частота колебаний. Кинетическая, потенциальная и полная энергия колеблющегося тела. Затухающие колебания.
48. Волны. Виды волн. Скорость волны. Плоские и сферические волны.
49. Уравнение плоской гармонической бегущей волны.
50. Основы геометрической оптики, принцип Ферма, преломление и отражение света, полное внутреннее отражение.
51. Интерференция света.
52. Временная и пространственная когерентность.
53. Методы получения когерентных источников света: опыт Юнга. И

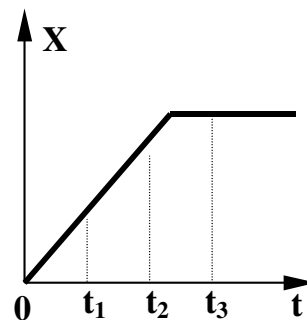
54. Интерференция в тонких пленках.
55. Дифракция света. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
56. Фотоэлектрический эффект; его экспериментальное исследование.
57. Уравнение Эйнштейна. Фотоны.
58. Модель атома водорода Бора-Резерфорда.
59. Опыты Резерфорда.
60. Состав ядра. Нуклоны.
61. Заряд и массовое число ядра.
62. Энергия связи ядра.
63. Изотопы.

Типовые тесты по дисциплине «Практикум по решению физических задач»

Вариант 1.

A1. На рисунке представлен график зависимости координаты тела, движущегося вдоль оси OX, от времени. Сравните скорости v_1 , v_2 и v_3 тела в моменты времени t_1 , t_2 , t_3 .

- 1) $v_1 > v_2 = v_3$
- 2) $v_1 > v_2 > v_3$
- 3) $v_1 < v_2 < v_3$
- 4) $v_1 = v_2 > v_3$



A2. На рис.А показаны направления скорости и ускорения тела в данный момент времени. Какая из стрелок (1-4) на рис.Б соответствует направлению результирующей всех сил, действующих на тело.

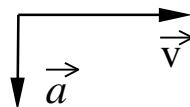


Рис.А

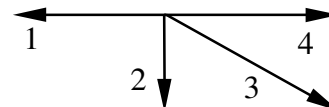


Рис.Б

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

A3. На рычаг действуют две силы, плечи которых равны 0,1 м и 0,3 м. Сила, действующая на короткое плечо, равна 3 Н. Чему должна быть равна сила, действующая на длинное плечо, чтобы рычаг был в равновесии?

- 1) 1 Н
- 2) 6 Н
- 3) 9 Н
- 4) 12 Н

A4. Предлагается два объяснения того экспериментального факта, что ускорение свободного падения не зависит от массы тел.

А. В соответствии с третьим законом Ньютона два тела притягиваются друг к другу с одинаковой силой, поэтому они и падают на Землю с одинаковым ускорением.

Б. В соответствии с законом всемирного тяготения сила тяжести пропорциональна массе, а в соответствии со вторым законом Ньютона ускорение обратно пропорционально массе. Поэтому любые тела при свободном падении движутся с одинаковым ускорением.

Какое из них является верным?

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

A5. Тележка массой m , движущаяся со скоростью v , сталкивается с неподвижной тележкой той же массы и сцепляется с ней. Импульс тележек после взаимодействия равен

- 1) 0
- 2) $mv/2$
- 3) mv
- 4) $2mv$

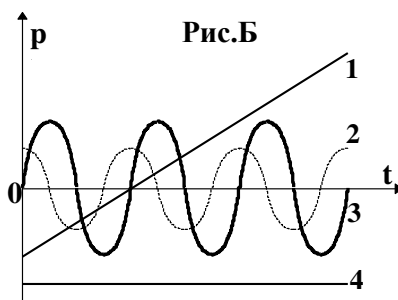
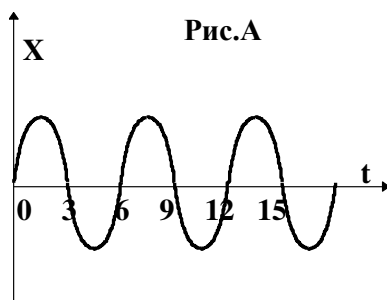
А6. Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила, действующая на теплоход,

- 1) уменьшается
- 2) не изменяется
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается или увеличивается в зависимости от размера теплохода

А7. На рис.А представлен график зависимости координаты тела от времени при гармонических колебаниях.

Какой из графиков на рис.Б выражает зависимость импульса колеблющегося тела от времени?

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



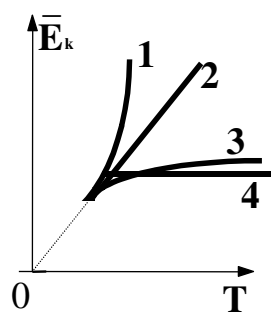
А8. Какой из перечисленных ниже опытов (А, Б или В) подтверждает вывод молекулярно-кинетической теории о том, что скорость молекул растет при увеличении температуры?

- А. Интенсивность броуновского движения растет с повышением температуры.
- Б. Давление газа в сосуде растет с повышением температуры.
- В. Скорость диффузии красителя в воде повышается с ростом температуры.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) А, Б и В

А9. Какой график (см. рис.) – верно изображает зависимость средней кинетической энергии частиц идеального газа от абсолютной температуры?

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



А10. Внутренняя энергия гири увеличивается, если

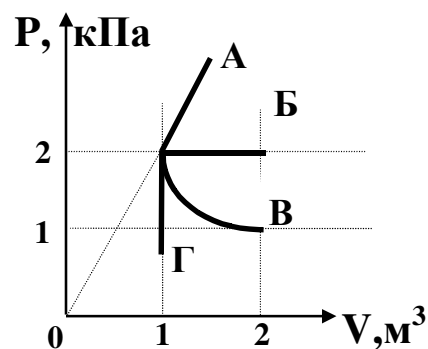
- 1) гирю поднять на 2 м
- 2) гирю нагреть на 2°C
- 3) увеличить скорость гири на 2 м/с
- 4) подвесить гирю на пружине, которая растянется на 2 см

А11. Тепловой двигатель за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж и отдает холодильнику количество теплоты, равное 2,4 кДж. КПД двигателя равен

- 1) 20%
- 2) 25%
- 3) 80%
- 4) 120%

А12. Какой из графиков, изображенных на рисунке соответствует процессу, проведенному при постоянной температуре газа?

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г



А13. При испарении жидкость остывает.

Молекулярно-кинетическая теория объясняет это тем, что чаще всего жидкость покидают молекулы, кинетическая энергия которых

- 1) равна средней кинетической энергии молекул жидкости
- 2) превышает среднюю кинетическую энергию молекул жидкости
- 3) меньше средней кинетической энергии молекул жидкости

4) равна суммарной кинетической энергии молекул жидкости

A14. Температура кристаллического тела при плавлении не изменяется.

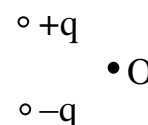
Внутренняя энергия вещества при плавлении

- 1) увеличивается 2) не изменяется 3) уменьшается
4) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела

A15. При трении пластмассовой линейки о шерсть линейка заряжается отрицательно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шерсть
2) протоны переходят с линейки на шерсть
3) электроны переходят с шерсти на линейку
4) протоны переходят с шерсти на линейку

A16. Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O (см.рис)?



- 1) ← 2) → 3) ↑ 4) ↓

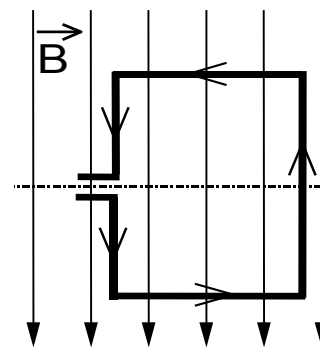
A17. В каких из перечисленных ниже технических устройствах использованы достижения в области физики полупроводников?

- А. солнечная батарея
Б. компьютер
В. радиоприемники

- 1) только в А
2) только в Б
3) только в В
4) и в А, и в Б, и в В

A18. В однородном магнитном поле находится рамка, по которой начинает течь ток (см. рис.). Сила, действующая на верхнюю сторону рамки, направлена

- 1) вниз
2) вверх
3) из плоскости листа на нас ⊙
4) в плоскость листа от нас ⊗



A19. В металлическое кольцо в течение первых двух секунд вдвигают магнит, в течение следующих двух секунд магнит оставляют неподвижным внутри кольца, в течение последующих двух секунд его вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течет ток?

- 1) 0–6 с 2) 0–2 с и 4–6 с 3) 2–4 с 4) только 0–2 с

A20. Радиостанция работает на частоте $0,75 \cdot 10^8$ Гц. Какова длина волны, излучаемой антенной радиостанции? (Скорость распространения электромагнитных волн 300 000 км/с.)

- 1) 2,25 м 2) 4 м 3) $2,25 \cdot 10^{-3}$ м 4) $4 \cdot 10^{-3}$ м

10.3. Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине «Практикум по решению физических задач»

Индивидуальное задание выдается по блокам, номер варианта задания совпадает с номером задачи и порядковым номером студента в списке учебной группы.

Блок 1

Кинематика. Движение с постоянной скоростью.

1. Катер может плыть в неподвижной воде со скоростью 10 м/с. Скорость течения реки 1 м/с. Определите среднюю путевую скорость катера на пути из пункта А в пункт В и обратно. [9,9]

2. Два автомобиля выехали одновременно из одного пункта. Один автомобиль движется на север, другой – на юго-восток. С какой скорости машины удаляются друг от друга, если их скорости соответственно равны 10 и 20 м/с? [28]

3. Пешеход удаляется от столба, на конце которого укреплен фонарь, со скоростью 6 км/ч. Рост пешехода 1,8 м, высота столба 4,8 м. Определите скорость увеличения длины тени пешехода. [2,5]

4. В безветренную погоду капли дождя оставляют на окне равномерно движущегося со скоростью 10 м/с автобуса следы, направленные под углом 60° к вертикали. Определите скорость капель относительно Земли. [5,8]

5. Катер проходит расстояние между двумя пристанями на реке по течению за 600 с, а против течения – за 900 с. Какое время потребуется катеру для преодоления этого расстояния в озере? [720]

6. В заднюю стенку башни танка, идущего со скоростью 72 км/ч, ударяется пуля, летящая горизонтально со скоростью 750 м/с вслед танку, и упруго отскакивает от нее. С какой скоростью относительно полетит отскакившая пуля, если стенка наклонена к вертикали под углом 30° ? [720]

7. Катер переплывает реку шириной 40 м. Скорость течения реки 3 м/с. Скорость катера относительно воды 5 м/с. За какое время катер переплывет реку по наискратчайшему пути? [10]

8. Автомобиль двигался из одного пункта в другой с постоянной скоростью 50 км/ч, а обратно со скоростью 70 км/ч. Определите среднюю скорость на всем пути движения. [58 км/ч]

9. Пролетая над пунктом А, пилот вертолета догнал воздушный шар, который сносило ветром по курсу самолета. Через 1 ч пилот повернул обратно и встретил воздушный шар 20 км от пункта А. Чему равна скорость ветра, если мощность двигателя вертолета оставалась постоянной? [17 км/ч]

10. Катер, имеющий скорость v , совершил две поездки длительностью t_1 и t_2 на расстояние S и обратно. Первая поездка совершена по реке, имеющей скорость течения u , а вторая по озеру. Во сколько раз время движения по озеру больше времени движения катера по реке? $[1 - u^2 / v^2]$

11. Катер совершил две поездки на расстояние S и обратно. Первая поездка совершена по реке, а вторая по озеру. Время одной из поездок оказалось на треть больше времени другой поездки. Определите отношение скорости катера к скорости реки. [2]

12. Пассажирский катер проходит расстояние 150 км по течению реки за 2 часа, а против течения за 3 часа. Определить скорость катера в стоячей воде (в км/ч). 62,5

13. Эскалаторы метро движутся со скоростью 1 м/с. С какой скоростью относительно поднимающейся лестницы надо по ней спускаться, чтобы оставаться неподвижным относительно пассажиров, стоящих на спускающемся эскалаторе? 3 м/с

14. Тело прошло путь S_m за t_c . Первую половину времени оно двигалось со скоростью $v_1 = 10$ м/с, вторую половину времени со скоростью $v_2 = 30$ м/с. Найти среднюю скорость на всем пути. 20

15. Пассажирский катер проходит расстояние 150 км по течению реки за 2 часа, а против течения за 3 часа. Найти скорость катера в стоячей воде (в км/ч)? 62,5

16. Первую половину пути автомобиль проехал со средней скоростью $v_1 = 60$ км/ч, а вторую со средней скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Найти среднюю скорость его движения на всем пути (в км/ч). [$\sqrt{24}$]

17. Тело прошло путь S_m за t_c . Первую половину времени оно двигалось со скоростью $v_1 = 10$ м/с, вторую половину времени со скоростью $v_2 = 30$ м/с. Чему равна средняя скорость тела на всем пути? [20 м/с]

18. Первую половину пути автомобиль проехал со средней скоростью 60 км/ч, а вторую со средней скоростью 40 км/ч. Чему равна средняя скорость его движения на всем пути (в км/ч)? 48

Равноускоренное движение.

1. Поезд, трогаясь с места, двигается равноускоренно и, пройдя третью часть своего пути до следующей остановки, достиг скорости 80 км/ч. Затем он двигался равномерно, а на последней трети пути – равнозамедленно. Какова средняя скорость поезда между остановками? [48 км/ч]

2. За какое время мимо наблюдателя пройдут первые три вагона поезда, движущегося от начала остановки равноускоренно, если первый вагон прошел за 4 с? Расстояние между вагонами пренебречь. [6,9]

3. Тело двигалось равноускоренно и через 6 с остановилось. Определите путь, пройденный телом за это время, если за 2 с до остановки его скорость была равна 3 м/с. [27]

4. Пуля попадает в преграду и проникает в нее на глубину 8 см. На какой глубине скорость пули уменьшится в 4 раза? [$7,5 \cdot 10^{-2}$]

5. Начальная скорость автомобиля 10 м/с, конечная 30 м/с. Определить среднюю путевую скорость, если известно, что первую половину пути автомобиль двигался равномерно, а вторую половину – равноускоренно. [13]

6. Автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч. Осуществляет аварийное торможение с ускорением 5 м/с^2 . Определите скорость автомобиля на половине тормозного пути. [14]

7. Автомобиль движется с постоянным ускорением 1 м/с^2 . Мимо наблюдателя автомобиль проезжает со скоростью 10,5 м/с. На каком расстоянии от наблюдателя он находился 2 с назад? [19]

8. Прямолинейное движение точки задано уравнением $x(t) = -2 + 3t - 0,5t^2$ (м). Определите путь, пройденный телом за 8 с движения. [17]

9. За пятую секунду равнозамедленного движения тело проходит путь 1 м и останавливается. Определите расстояние, пройденное телом за третью секунду своего движения. [5]

10. Координата тела, выраженная в метрах, зависит от времени, выраженного в секундах, по закону: $x = 2 \cos 2t$. Определите максимальное ускорение тела. [8]

11. Координата тела, выраженная в метрах, зависит от времени, выраженного в секундах, по закону $x = 2 \sin 2t$. Определите максимальную скорость. [4]

12. Координата тела, выраженная в метрах, зависит от времени, выраженного в секундах, по закону $x = 2tg 2t$. Определите максимальную скорость. [4]

13. Тело движется прямолинейно, причем координата пропорциональна кубу времени. Определите как изменяется ускорение от времени. [пропорциональна первой степени времени]

14. Тело движется прямолинейно, причем координата пропорциональна четвертой степени времени. Определите зависимость ускорения тела от времени. [пропорционально второй степени времени]

15. Тело движется прямолинейно, причем координата обратно пропорциональна времени $x = c_1 / t$. Если c_1 и c_2 – константы, то скорость $v = c_2 t^n$. Определите значение n . [–2]

16. Скорость тела, выраженная в м/с, зависит от времени, выраженного в секундах, по закону $v = 3 \sin 2t$. Чему будет равно максимальное ускорение? [6]

17. Точка движется вдоль оси X и координата точки в зависимости от времени изменяется по закону $x = a + bt + ct^2$ (a , b , c – некоторые постоянные величины). Масса точки m . По какому закону при этом меняется ускорение точки? [2с]

18. Движение двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1 = 6 + 2t$; $x_2 = 0,5t^2$. Через сколько секунд от одновременного начала движения велосипедистов второй достигнет первого? [6с]

Свободное падение.

1. За последнюю секунду свободного падения тело проходит путь 50 м. Определите полное время падения тела? [5,5]

2. Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 1210 м. Определите среднюю скорость на нижней половине пути. [133]

3. В последнюю секунду свободного падения тело прошло путь четвертую часть всего пути. Определите время падения тела. [7]

4. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 40 м/с. Как относится путь к перемещению через 6 с после начала движения? [5 / 3]

5. Свободно падающее тело за последнюю секунду падения имеет среднюю скорость 8 м/с. Определите среднюю скорость на всем пути свободного падения. [8]

6. С крыши дома оторвалась сосулька, которая за время 0,2 с пролетела мимо окна, высота которого 1,5 м. С какой высоты относительно верхнего края окна оторвалась сосулька? [2]

7. Ракета стартовала с поверхности Земли и двигалась вертикально вверх с ускорением 5 м/с^2 в течение 10 с пока работали ее двигатели. Сколько времени пройдет с момента прекращения работы двигателя до момента падения ракеты на Землю? [14]

8. Два тела падают с различных высот и достигают Земли одновременно. Время падения первого тела 4 с, а второго – 1 с. На какой высоте от поверхности Земли было первое тело, когда второе начало падать? [34]

9. Аэростат поднимается с Земли вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . Через 5 с после начала движения из него выпал предмет. Через какое время после начала падения предмет упадет на Землю? [3,5]

10. Два тела брошены из одной точки вверх с одинаковой скоростью 20 м/с с интервалом времени 2 с. Определите интервал времени, после бросания второго тела, когда тела вновь встретятся. [1]

11. Два тела брошены из одной точки вверх с одинаковой скоростью 20 м/с с интервалом времени 5 с. Определите интервал времени, после бросания первого тела, когда тела вновь встретятся. [4]

12. Шарик падает с высоты 20 м на поверхность отскакивая от нее с потерей 25 % скорости. Определите полное время до конца отскоков. [14]

13. Тело падает с высоты h . Разделите эту высоту на три отрезка так, чтобы на прохождение каждого из них потребовалось одинаковое время. Определите длину второго и третьего отрезков. [$h/3$; $5h/9$]

14. Тело запущено вертикально вверх, так что за 12 с оно прошло путь 400 м. Определите его начальную скорость. [$(gt \pm \sqrt{4gS - g^2t^2})/2$]

15. Шарик падает с высоты 20 м на поверхность, отскакивая от нее с потерей 25 % скорости. Определите время между четвертым и пятым отскоком. [1,27]

16. Шарик падает с высоты 20 м на поверхность, отскакивая от нее с потерей 25 % скорости. Определите полное время до конца отскоков. [14]

17. Шарик падает с высоты 1 м на поверхность, отскакивая от нее с потерей 25 % скорости. Определите полное время до конца отскоков. [5]

18. Тело падает с некоторой высоты, причем его начальная скорость равна нулю. За последние две секунды падения оно пролетело $2/3$ всего пути. Определите полное время падения тела. [$3 + \sqrt{3}$]

Криволинейное движение.

1. Двое играют в мяч, бросая его друг другу. Какой наибольшей высоты достигнет мяч во время игры, если от одного игрока к другому он летит в течение времени равного 4 с? [20]

2. Тело брошено с начальной скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту. Каков радиус кривизны траектории движения тела в точке бросания? [20]

3. С высоты 2 м под углом 45° к горизонту брошен мяч, который падает на землю на расстоянии 43 м по горизонтали от места падения. Определите время полета камня. [3]

4. Мячик, отскочивший от поверхности земли вертикально вверх со скоростью 10 м/с, пролетел мимо окна дома, высота которого равна 1,5 м, за время 0,2 с. На какой высоте относительно земли находится верхний край окна? [2,9]

5. Две частицы движутся с ускорением g в однородном поле силы тяжести. В начальный момент времени частицы находились в одной точке и имели скорости 3 и 4 м/с, направленные горизонтально и в противоположные стороны. Через какое время векторы их скоростей окажутся взаимно перпендикулярными? [0,34]

6. Тело скользит со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости, приближаясь к щели. Щель образована двумя отвесными параллельными стенками, расстояние между которыми 0,2 м. Сколько раз тело ударится о стенки, прежде чем упадет на дно, если глубина щели 5 м, а удар о стенку считать абсолютно упругим? [50]

7. Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы его максимальная высота подъема была в четыре раза меньше дальности полета? [45]

8. Из вертолета, летящего горизонтально со скоростью 20 м/с, на высоте 20 м сброшен груз без начальной скорости относительно вертолета. Под каким углом к горизонту груз упадет на Землю? [45°]

9. Тело брошено вверх под углом к горизонту с начальной скоростью v_0 . Модуль изменения скорости во время полета составил $v_0\sqrt{3}$. Определить максимальную высоту траектории тела. [$3v_0^2/8g$]

10. Тело брошено под некоторым углом к горизонту и наибольшую высоту 20 м достигает, удалившись по горизонтали на 1000 м от точки бросания. Определите скорость тела в данной точке. [500]

11. Чему равен радиус кривизны в конечной точке траектории камня, брошенного горизонтально с высоты 5 м, если дальность его полета 10 м? [30]

12. Тело брошено под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с. Определите угол к горизонту, под которым видно тело из точки бросания за 1 с до момента падения. [45°]

13. Тело брошено под углом 45° к горизонту со скоростью 10 м/с. Каков угол между направлением векторов скорости и ускорения через $\sqrt{2}$ с после начала движения? [45°]

14. С высоты 20 м в горизонтальном направлении брошен мяч со скоростью 5 м/с. Определите расстояние между двумя упругими соседними ударами мяча о землю. [20]

15. При движении колонны автомобилей с достаточно высокой скоростью v комки грязи с колес автомобиля могут попасть в следующую за ним машину. Определить безопасную дистанцию между автомобилями, при которой комки грязи не попадут в идущую следом автомашину. [v^2/g]

16. Автомобиль с колесами радиуса R движется со скоростью v . От колеса вверх в точке A отбрасывается комок грязи. Угол между опущенной из точки A вниз вертикалью и отрезком между точкой A и точкой касания колеса с землей равен α . Определите максимальную высоту, на которую поднимется комок грязи над дорогой.

$$[2\cos^2\alpha(R + v^2\sin^2\alpha/g)]$$

17. Тело, брошенное с начальной скоростью 2 м/с вниз под углом 30° к горизонту, упруго ударяется о параллельные стенки колодца. Глубина колодца 10 м, расстояние между стенками колодца 1 м. Определите число ударов тела о стенки колодца во время падения. [4]

18. Шарик, брошенный под углом к горизонту $\alpha = 15^\circ$ со скоростью 20 м/с, упруго отразился от вертикальной стенки так, что вернулся в точку бросания. Определите расстояние от точки бросания до стенки. [5]

Динамика. Прямолинейное движение.

1. На подставке лежит тело массой 2 кг, подвешенный на пружине, подвешенное на пружине жесткостью 1 Н/м. В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением 5 м/с². Через какое время подставка отделится от тела? [2]

2. На подставке лежит тело массой 1 кг, подвешенное на пружине жесткостью 16 Н/м. В начальный момент времени пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением 2 м/с². Каким будет максимальное растяжение пружины? [1]

3. Сколько вагонов может равномерно везти по горизонтальному пути электровоз, сила тяги которого равна 13940 Н, если масса электровоза 184 т, масса одного вагона 55 т, а коэффициент трения качения – 0,001? [22]

4. Шар массой 4 кг находится в ящике, который соскальзывает по наклонной плоскости с углом наклона 45° . Коэффициент трения равен 0,5. С какой силой шар давит на переднюю стенку? [10]

5. Два тела массами m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) соединены пружиной и находятся на гладкой горизонтальной поверхности. К системе прикладывается горизонтальная сила F в первом случае к телу m_1 , а во втором случае к телу m_2 .

Найти отношение возникающих при этом деформаций пружины $\Delta x_1 / \Delta x_2$. [m_2 / m_1]

6. Грузы массой 1 кг и 2 кг движутся вдоль вертикальной оси с помощью системы подвижного и неподвижного блока. С каким ускорением движется первый груз, если груз большей массы подвешен к подвижному блоку? [0]

7. Тягач сообщает ненагруженному прицепу ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$, а прицепу с грузом – ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Определить ускорение, если тягач будет вести оба прицепа. Трением пренебречь. [0,08]

8. Сани скользят равномерно по наклонной плоскости с углом наклона α . Каков при этом коэффициент трения между скользящими поверхностями? [$\text{tg}\alpha$]

9. Для удержания тела на наклонной плоскости с углом наклона 30° нужна минимальная сила 10 Н, а для равномерного подъема – 17 Н. Какова масса тела? [2,8 кг]

10. На доске массой 6 кг, лежащей на гладкой поверхности, находится брусок массой 4 кг. Какую минимальную силу нужно приложить к доске, чтобы брусок скользил по ней, если коэффициент трения между бруском и доской равен 0,2? [20]

11. Автомобиль массой 1 т, двигаясь равноускоренно, с места набирает скорость 100 км/ч за 10 с. Чему равно среднее значение силы, обеспечивающей разгон автомобиля? [2800 Н]

12. Груз лежит на полу кабины лифта. Во сколько раз сила давления груза на пол поднимающегося с ускорением 5 м/с^2 лифта больше его силы давления на пол опускающегося с тем же по величине ускорением лифта? [3]

13. Тело поднимают вверх по наклонной плоскости с углом наклона α и коэффициентом трения μ . Определить коэффициент полезного действия наклонной плоскости. [$1/(1 + \mu \text{ctg}\alpha)$]

14. Наклонная плоскость с углом наклона 45° движется с ускорением по горизонтальной поверхности по направлению острия наклонной плоскости. Начиная с какого значения ускорения, тело, лежащее на наклонной плоскости, начнет подниматься по наклонной плоскости, если коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью равен 0,1? [12]

15. Два бруска массами 2 кг и 3 кг, скрепленные недеформированной пружиной жесткостью 2 Н/см, находятся на гладком горизонтальном столе. К брускам приложены горизонтальные силы, соответственно 2 Н и 3 Н, направленные в разные стороны. Найти установившееся удлинение пружины. [1,2 см]

16. Два тела одинаковой массы связаны невесомой нерастяжимой нитью. Нить перекинута через неподвижный блок, укрепленный на вершине плоскости с углом наклона к горизонту 60° . При этом одно тело скользит по плоскости, а другой движется вертикально вниз. Определите коэффициент трения тела о плоскость для того, чтобы движение было равномерным. [0,3]

17. Три одинаковых бруска массы m , связанные нитями движутся по горизонтальной шероховатой поверхности под действием приложенной к первому

бруску силы F , направленной под углом α к горизонту. Найти отношение силы натяжения нитей между первым и вторым бруском к натяжению между вторым и третьим бруском. [2]

18. В верхней точке наклонной плоскости высотой 12 см и длиной основания 90 см лежит тело. Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,2. Какую минимальную скорость надо сообщить телу, чтобы оно съехало с наклонной плоскости? [1,7]

Динамика. Закон всемирного тяготения. Криволинейное движение.

1. Каково ускорение свободного падения на поверхности Солнца, если считать, что орбитой Земли является окружность с радиусом $1,5 \cdot 10^8$ км и периодом вращения 1 год. Радиус Солнца $7 \cdot 10^5$ км? [270]

2. Массы двух звезд равны M_1 и M_2 ($M_1 > M_2$), S – расстояние между ними, а G – гравитационная постоянная. Чему равен период обращения этих звезд по круговым орбитам вокруг их общего центра масс? $[2\pi\sqrt{S^3 / G(M_1 + M_2)}]$

3. Какова должна быть длительность суток на Земле, чтобы тела на экваторе были в состоянии невесомости, если радиус Земли равен 6400 км? [1 ч 25 мин]

4. Во сколько раз максимальная высота подъема тела, брошенного на Луне, больше аналогичной высоты при бросании на Земле, если начальные скорости в обоих случаях одинаковы, отношение радиусов Земли и Луны равно 3,6, а отношение их масс равно 81? [6,25]

5. Сравните вес тела на экваторе Земли (P_1) и на ее полюсах (P_2). [$P_1 < P_2$]

6. Спутник движется по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии h от ее поверхности. Радиус Земли R . Ускорение силы тяжести на поверхности Земли g . Найти скорость спутника. $[R\sqrt{g/(R+h)}]$

7. Два одинаковых однородных железных шара, соприкасаясь, притягиваются друг к другу по Закону всемирного тяготения с силой F . Массы шаров увеличили в n раз. Как изменится при этом сила взаимодействия между шарами? [увеличилась в $n^{4/3}$ раз]

8. У поверхности Земли (т.е. на расстоянии R от ее центра) на тело действует сила всемирного тяготения 36 Н. Чему равна сила тяготения, действующая на это тело на расстоянии $3R$ от центра Земли? [4Н]

9. Ведро с водой вращается в вертикальной плоскости на длинной нити длиной 1,6 м. При какой наименьшей скорости вращения вода не будет выливаться из ведра? [4]

10. Шоссе имеет вираж с уклоном 10° при радиусе закругления в 100 м. На какую скорость рассчитан вираж? [13]

11. Мотоциклист может двигаться по вертикальной стене в горизонтальной плоскости с минимальной скоростью 25 м/с. Определить радиус поверхности, если коэффициент трения равен 0,2. [12,5]

12. По внутренней гладкой поверхности полой сферы радиуса $R = 2$ м движется в горизонтальной плоскости небольшое тело. Каковой должна быть скорость тела, чтобы оно, двигаясь без трения, оставалось все время на одной высоте $R/2$ от нижней точки сферы? [5,4]

13. Скорость самолета при выполнении «мертвой петли» постоянна и равна 400 м/с. Считая, что человек может переносить пятикратные перегрузки, определить минимальный радиус траектории самолета. [4 км]

14. Как относятся друг к другу силы, с которыми автомобиль давит на середину вогнутого и выпуклого моста мостов? Радиус кривизны в обоих случаях равен 50 м, скорость движения 72 км/ч. [9]

15. Математический маятник с длиной нити 50 см вращается в горизонтальной плоскости с частотой 1 об/с. Какой угол образует нить маятника с вертикалью? [60]

16. Маятник с грузом $m = 200$ г отводят в горизонтальное положение и отпускают. Чему будет равно максимальное натяжение нити, после того как маятник зацепится за гвоздь, вбитый на середине длины маятника в точке, направление на которую из точки подвеса составляет с вертикалью угол 60° ? [7,84]

17. Поезд движется по закруглению радиуса 300 м со скоростью 50 км/ч при расстоянии между рельсами 1,5 м. На сколько следует поднять наружный рельс по отношению к внутреннему, чтобы давление на низ было одинаковым? [10 см]

18. Шарик массой 10 г подвешен на нить длиной 50 см. Его толкнули так, что он движется по кругу в горизонтальной плоскости, причем нить образует угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью. Определите число оборотов шарика за одну секунду. [1]

Блок 2

Законы сохранения энергии, импульса. Работа.

1. Двум телам массами 0,2 кг и 0,5 кг сообщили одинаковую энергию. Второе тело прошло после этого до остановки путь 1,1 м. Какой путь пройдет до остановки первое тело, если коэффициент трения для обоих тел одинаковый? [3,75]

2. Из орудия вылетает снаряд под углом 30° к горизонту. Одна сотая часть всей работы пороховых газов расходуется на отдачу. Во сколько раз орудие тяжелее снаряда? [74]

3. Какой угол наклона должна иметь крыша заданной ширины L , чтобы вода стекала за минимальное время? Трение не учитывать. [45]

4. Два тела с массами m и $3m$ движутся по взаимно перпендикулярным направлениям. После соударения тело массой m остановилось. Какая часть его энергии перешла в тепло? [2/3]

5. Струя воды сечением 10 см^2 ударяется о стенку перпендикулярно к ней и упруго отскакивает без потери скорости. С какой силой действует вода на стенку, если скорость течения воды в трубе 10 м/с, плотность воды 1000 кг/м^3 ? [400]

6. С клина массы $M = 10$ кг и углом наклона $\alpha = 45^\circ$, приставленного к стенке, соскальзывает тело массой $m = 4$ кг. Коэффициент трения между телом и клином равен 0,5. Тогда, если пренебречь трением между клином и окружающими его стенками, сила давления клина на вертикальную стену равна: [10]

7. Человек стоит на неподвижной тележке, находящейся на горизонтальных рельсах, и бросает под углом 60° к горизонту камень массой 3 кг со скоростью 5 м/с относительно Земли. Какую работу он при этом совершает, если масса тележки вместе с человеком 160 кг? [38]

8. Шнур длиной L лежит на гладком столе, на одну треть свешиваясь с его края. Определить скорость шнура в тот момент, когда он, соскользнув со стола целиком, займет вертикальное положение. [$2\sqrt{2gL/3}$]

9. Мяч массой 0,4 кг, летящий со скоростью 10 м/с, ударяется о стенку и упруго отскакивает от нее. Найдите значение силы, действующей на мяч во время

удара, если угол между вектором скорости и стенкой равен 30° , а время взаимодействия $0,1$ с. [40]

10. На какой минимальной высоте над поверхностью воды должен находиться центр шара плотностью 100 кг/м^3 , чтобы при падении в воду он погрузился на глубину $0,3$ м? Сопротивлением пренебречь. Плотность воды 1000 кг/м^3 . [2,7]

11. Определите работу, затраченную на сжатие пружины на $0,2$ м, если для деформации этой пружины на $0,4$ м необходимо приложить силу 6 Н. [0,3]

12. Тележка движется горизонтально с постоянной скоростью, и в некоторый момент на нее кладут тело с массой, равной массе тележки. На сколько процентов уменьшилась энергия тележки? [75]

13. Грузовик едет со скоростью 7 м/с. Мячик массой $0,25$ кг, брошенный вдогонку грузовика, ударяется абсолютно упруго в его задний борт с горизонтальной скоростью 10 м/с. Определить импульс мяча после удара. [1,4]

14. При посадке самолет массой $5 \cdot 10^4$ кг движется с ускорением 6 м/с^2 . Какова мощность тормозящей силы, если начальная скорость 30 м/с? [4500 кВт]

15. Тело массой 1 кг ударяется неупруго о покоящееся тело массой 4 кг. Определите долю потерянной кинетической энергии. [0,8]

16. Минимальная скорость, при которой пуля преодолит препятствие, равна 300 м/с. Какую начальную скорость должна иметь пуля, чтобы скорость при вылете из препятствия достигла 400 м/с? [500]

17. Тело брошено под углом 60° к горизонту. Каково отношение потенциальной энергии к кинетической энергии в высшей точке траектории? [3]

18. Маленький шарик начинает скользить из верхней точки неподвижной гладкой полусферы радиуса R . На какую высоту он подскочит после абсолютно упругого удара о горизонтальную поверхность, на которой стоит полусфера? [23R/27]

19. Снаряд в верхней точке траектории, удаленной от места выстрела на расстоянии 1 км по горизонтали, разрывается на два осколка равной массы. Один осколок после взрыва возвращается к орудию по прежней траектории. На каком расстоянии от места выстрела упадет второй осколок. Сопротивлением воздуха можно пренебречь? [4 км]

20. В ящик с песком массой $4,992$ кг, подвешенный на нити, попала пуля массой $0,008$ кг, летевшая горизонтально со скоростью перед столкновением 500 м/с, и застряла в нем. Определить на какую высоту поднимется ящик после попадания в него пули. [3 см]

21. С какой скоростью надо бросить вниз мяч с высоты 5 м, чтобы он подпрыгнул на высоту 10 м? Удар мяча считать абсолютно упругим. [10]

22. С какой скоростью должен прыгнуть под углом α человек массой m с края тележки массой M и длиной L , чтобы попасть на другой ее край? Трением между тележкой и полом пренебречь. $[v = \sqrt{Lgm/(M + m) \sin 2\alpha}]$

23. Сани скатываются с горы, имеющей уклон $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Длина спуска $l = 60$ м. Коэффициент трения скольжения саней $\mu = 0,14$. Какое расстояние сани прокатятся после спуска по горизонтали до остановки? [162 м]

24. Груз массы 1 кг медленно втаскивают по наклонной плоскости на высоту 4 м, затратив на это работу 8 Дж. На этой высоте груз срывается и скользит обратно. Какую скорость он будет иметь у основания? [12]

25. В неподвижный шар ударяется не по линии центров другой такой же шар. Под каким углом разлетятся шары, если они абсолютно упругие и гладкие? [90]

26. Тела с массами 2 кг и 3 кг двигаются навстречу друг другу со скоростями соответственно 2 м/с и 1 м/с. Пренебрегая трением, определите скорость более тяжелого тела после абсолютно упругого соударения. [1,4]

27. Тело соскальзывает с вершины гладкой полусферы и отрывается от нее на высоте 2,5 м от ее основания. Определите радиус полусферы. [3,75]

28. На гладкой горизонтальной поверхности около стенки стоит симметричный брусок массой $M = 4$ кг с углублением полусферической формы радиусом 1,25 м. Из точки А без трения соскальзывает шайба массой $m = 1$ кг. Найдите максимальную скорость бруска при его последующем движении. [2]

29. Какую минимальную скорость должен шарик математического маятника с нитью длиной 1 м, проходя положение равновесия, чтобы смог сделать полный оборот в вертикальной плоскости? [7]

30. Два шарика с массами 3 кг и 5 кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 6 м/с соответственно. Чему равно изменение внутренней энергии шаров после их упругого столкновения? [94]

31. Клин массой 0,8 кг с углом наклона у основания 45° лежит на гладкой поверхности. С клина с высоты 0,5 м, начинает скользить тело массой 2 кг. На какое расстояние сместится клин, когда тело окажется у его основания? [10 см]

32. Орудие массы 400 кг расположено на гладкой горизонтальной поверхности. Определите тангенс угла под которым установлен ствол орудия, если снаряд массой 20 кг вылетает под углом 60° к горизонту. [1,65]

33. Определите максимальную долю энергии, которую может передать движущийся нерелятивистский протон неподвижному электрону при упругом столкновении. [0,2 %]

34. Шар налетает на второй, первоначально неподвижный, шар, испытывая с ним центральное упругое столкновение. Первый шар после столкновения изменит направление движения на противоположное, если:

а) его масса меньше массы второго шара; б) его масса больше массы второго шара; г) его масса равна массе второго шара; г) никогда; д) всегда.

35. Какую максимальную долю энергии может передать движущийся нерелятивистский электрон неподвижному электрону при упругом столкновении? [100 %]

36. Какую максимальную долю энергии, может передать движущийся атом азота неподвижной молекуле азота при упругом столкновении? [89 %]

37. В каком случае двигатель автомобиля должен совершить большую работу: для разгона с места до скорости 36 км/ч или на увеличение скорости от 36 км/ч до 72 км/ч? [во втором случае]

38. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна потенциальной? Соппротивлением воздуха пренебречь. [25]

39. Пуля, летящая со скоростью v_0 , пробивает несколько одинаковых досок равной толщины и расположенных вплотную друг к другу. В какой по счету доске застрянет пуля, если ее скорость после прохождения первой доски равна $v_1 = 0,84v_0$? [4]

40. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с и сцепляется с ним. С какой скоростью далее вагоны двигаются как единое целое? [0,24 м/с]

41. Подъемный кран равномерно поднимает груз массой 2 т. Мощность двигателя крана 7,4 кВт. Определить скорость подъема груза, если к. п. д. установки 60%. [0,22 м/с]

42. Шарик массой 100 г упал с высоты 20 м на горизонтальную плиту и отскочил от нее вверх абсолютно упруго. Определить импульс, полученный плитой. [4 кг·м/с]

43. Тело массой 100 кг поднимается с ускорением 2 м/с^2 на высоту 25 м. Какая работа совершается при подъеме тела? [30 кДж]

44. Падающий вертикально шарик массой $m = 200 \text{ г}$ ударился о пол со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$ и подпрыгнул на высоту $h = 80 \text{ см}$. Найти изменение импульса шарика при ударе. [1,8 (кг·м)/с]

45. Тело массой m под действием некоторой постоянной силы начинает двигаться из состояния покоя равноускоренно и пройдя путь S приобретает скорость v . Какую мощность развивает при этом сила? [$N = mv^3 / 4S$]

46. Тело, брошенное вертикально вверх, упало обратно через 4 с после начала движения. Определите кинетическую энергию тела в момент бросания и потенциальную энергию в высшей точке, если его масса 0,5 кг. Сопротивление воздуха не учитывать. ($g=10 \text{ м/с}^2$). [100 Дж]

47. В каком случае двигатель автомобиля должен совершить большую работу: для разгона с места до скорости 36 км/ч или на увеличение скорости от 36 км/ч до 72 км/ч? [во втором случае]

48. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, попала в земляной вал и углубилась в него на 0,5 м. Определите силу сопротивления грунта движению пули (считая эту силу постоянной), если масса пули 7 г. [1120 Н]

49. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна потенциальной? Сопротивлением воздуха пренебречь. [20 м]

50. Мотор электровоза при движении со скоростью $v = 72 \text{ км/ч}$ потребляет мощность $N = 800 \text{ кВт}$. Коэффициент полезного действия силовой установки электровоза $\eta = 0,8$. Определите силу тяги мотора. [$3,2 \cdot 10^4 \text{ Н}$]

51. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с и сцепляет с ним. С какой скоростью далее вагоны двигаются как единое целое? [0,24 м/с]

52. Постоянная сила 5 Н действует на тело массой 10 кг в течение 2 с. Определить конечную кинетическую энергию тела, если начальная кинетическая энергия равна нулю. [5 Дж]

53. Тело, брошенное вертикально вниз с высоты 75 м с начальной скоростью 10 м/с, в момент удара о Землю имело кинетическую энергию 1600 Дж. Определить массу тела. Сопротивлением воздуха пренебречь. [2 кг]

54. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха. [4,6 Дж]

Блок 3

Молекулярная физика. Газовые законы.

1. Какое давление на стенки сосуда производит газ, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с, масса газа 3 г, а объем – 0,5 л? [$5 \cdot 10^5$]

2. Сколько молекул содержится в одном литре воды, если ее плотность 1000 кг/м^3 ? [$3 \cdot 10^{25}$]

3. В сосуде объемом 20 см^3 при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 10^5 Па находится одноатомный идеальный газ. Определить скорость шара в тот момент, когда он, соскользнув со стола целиком, займет вертикальное положение. [3]

4. Вакуумные насосы позволяют понижать давление до $1,5 \cdot 10^{-10}$ Па. Каково в этом случае среднее расстояние между молекулами при температуре 27°C ? [0,3 мм]

5. В объеме 1 см^3 при давлении 20 кПа находятся $5 \cdot 10^{19}$ молекул гелия (0,004 кг/моль). Какова их среднеквадратичная скорость? [400]

6. Небольшой воздушный шарик удерживается в воде на некоторой глубине при температуре 17°C . Шарик отпускают, и он всплывает. На поверхности воды при температуре воздуха 27°C объем шарика увеличился на 20%. Это означает, что первоначальная глубина нахождения шарика составляла: [1,6]

7. На дне сосуда, заполненного воздухом, лежит полый металлический шарик радиусом 2 см и массой 5 г. До какого давления нужно сжать воздух в сосуде, чтобы шарик поднялся вверх? Температура постоянна и равна 20°C , $M = 0,029 \text{ кг/моль}$. [$1,25 \cdot 10^7$]

8. Стеклообразную трубку длиной 10 см на $1/3$ погружают в ртуть. Затем ее закрывают пальцем и вынимают. Какой длины столбик ртути останется в трубке, если атмосферное давление составляет 750 мм ртутного столба? [3 см]

9. Два сосуда, содержащих одну и ту же массу одинакового газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление 10^5 Па, во втором – $3 \cdot 10^5$ Па. Какое установится давление после открытия крана, если температура оставалась постоянной? [$1,5 \cdot 10^5$ Па]

10. В баллоне содержится газ при температуре 270 К. Какую часть газа следует удалить из баллона, чтобы при нагревании до 300 К давление осталось прежним? [10 %]

11. В вертикальном цилиндре находится под поршнем газ при температуре 400 К. Масса поршня 4 кг, площадь $0,004 \text{ м}^2$. Какой массы груз надо положить на поршень, чтобы он остался на месте при медленном нагревании газа на 100 К, если атмосферное давление 10^5 Па? [11 кг]

12. Насос, объем которого $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, соединен с сосудом, объем которого $0,03 \text{ м}^3$. На сколько процентов возрастает давление в сосуде за один ход поршня насоса, если температура при этом не меняется? [4 %]

13. Как изменится давление идеального газа при увеличении концентрации молекул в 3 раза, если средняя квадратичная скорость молекул остается неизменной? [увеличится в три раза]

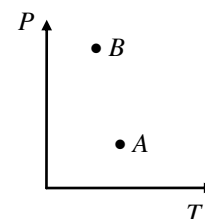
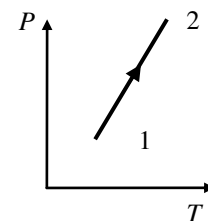
14. При нагревании идеальный газ переведен из состояния 1 в состояние 2. Как изменился при этом объем газа? Масса газа постоянна. [уменьшился]

15. Какова температура 8 г кислорода, занимающего объем 2,1 л при давлении 200 кПа? [-71°C]

16. В двух сосудах находятся разные идеальные газы, причем концентрация молекул первого газа в 2 раза меньше концентрации молекул второго, а давление второго газа в 3 раза меньше давления первого. Чему равно отношение абсолютной температуры второго? [6]

17. На диаграмме PT точками A и B изображены два состояния одной и той же массы газа. Какая из точек соответствует большему объему и какая большей плотности? [$V_a > V_b$; $\rho_a < \rho_b$]

18. Сколько молекул N газа находится в сосуде емкостью V при давлении P и температуре T ? [$N = PV/kT$]

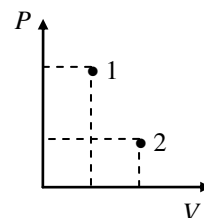


19. При изотермическом сжатии газа его объем уменьшился на 30%, а давление возросло на 3 атм. Чему равно первоначальное давление? [7 атм]

20. Во сколько раз различаются среднеквадратичные скорости молекул двух различных идеальных газов, если масса их молекул различается в 4 раза, а температура газов одинакова? [в 4 раза]

21. В баллоне объемом V находится газ массой m_1 при температуре T_1 . Некоторое количество газа выпустили из баллона, после чего оставшаяся масса оказалась равной m_2 , а температура равной T_2 . Какую массу газа $\Delta m = m_1 - m_2$ выпустили из баллона? [$m_1(1 - P_2T_1 / P_1T_2)$]

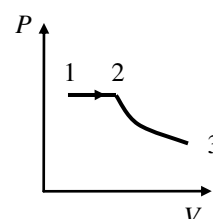
22. На диаграмме PV точками 1 и 2 изображены два состояния одной и той же массы газа. Какая точка соответствует большей температуре? [$T_1 = T_2$]



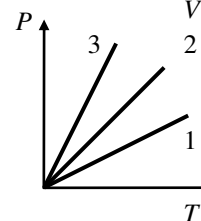
23. Какая температура соответствует средней квадратичной скорости молекул кислорода $V = 400$ м/с? [205 К]

24. Сколько молекул газа содержится в колбе объемом 250 см³ при температуре газа 27 °С и давлении $0,5 \cdot 10^5$ Па? [$3 \cdot 10^{21}$]

25. При нагревании идеального газа его температура увеличилась с $t_1 = 0$ °С до $t_2 = 819$ °С. При этом средняя квадратичная скорость теплового движения молекул газа возросла в? [2 раза]



26. На диаграмме PV приведен график, описывающий 2 процесса в идеальном газе при переходе 1–2 – 3. Это процессы: [изобарического нагревания и изотермического расширения]

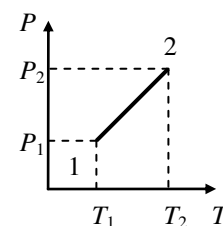


27. На глубине 40 м в стоячей воде пузырек воздуха имеет объем 3 мм³. Определить объем этого же пузырька при подъеме его на поверхность воды. Процесс считать изотермическим, атмосферное давление 10^5 Па. [15 мм³]

28. При охлаждении идеального газа его температура уменьшилась от 711 °С до -27 °С. При этом средняя скорость теплового движения молекул уменьшилась в? [2 раза]

29. На диаграмме PT изображены зависимости давления от температуры при изохорическом нагревании трех газов – кислорода, гелия и углекислого газа. Массы газов одинаковы, они занимают одинаковые объемы. Какой график соответствует какому газу? [1 – CO₂, 2 – O₂, 3 – He]

30. При нагревании идеального газа был получен график зависимости его давления от абсолютной температуры. Масса газа постоянна. При этом объем газа? [увеличился]



31. В баллоне находится масса газа $m = 120$ кг под давлением $P = 10$ МПа. Какую массу газа взяли из баллона, если давление стало равно $2,5$ МПа? Температуру считать постоянной. [7,5 кг]

32. Внутренняя энергия газа складывается из E_k – суммарной кинетической энергии молекул и E_{Γ} – потенциальной энергии их взаимодействия. При каком соотношении E_k и E_{Γ} состояние газа может быть описано уравнением Клапейрона – Менделеева? [$E_k \gg E_{\Gamma}$]

33. При изотермическом сжатии газа его объем уменьшился на 1 л, а давление возросло на 20% . Чему равен начальный объем? [6 л]

34. При нагревании идеального газа его температура увеличилась с $t_1=0^\circ\text{C}$ до $t_2=819^\circ\text{C}$. При этом средняя скорость теплового движения молекул газа возросла в? [2 раза]

Блок 4

Термодинамика. Газовые законы. Теплота.

1. КПД тепловой машины равен 20 %. Чему равен КПД, если потери тепла уменьшить на 50 %? [60]

2. Для охлаждения воды в холодильнике от температуры 276 К до 273 К потребовалось время 300 с. Какое необходимо время для превращения этой воды в лед, если $\lambda/c=80$? [8000]

3. КПД тепловой машины равен 18 %. Чему будет равен КПД, если потери тепла уменьшить в 2 раза? [59]

4. Для приготовления ванны необходимо смешать холодную воду при 284 К и горячую воду при 339 К. Какое количество горячей воды необходимо взять для получения 0,55 м³ воды при температуре 309 К? [0,25]

5. Для нагревания 1 кг неизвестного газа на 1 К при постоянном давлении требуется 912 Дж, а для нагревания при постоянном объеме – 649 Дж. Что это за газ? [кислород]

6. КПД тепловой машины 41 %. Каким станет КПД, если теплота, потребляемая за цикл, увеличивается на 18 %, а теплота, отдаваемая холодильнику, уменьшится на 6 %? [53 %]

7. Два сосуда наполнены одним и тем же газом под давлением $4 \cdot 10^5$ Па и $9 \cdot 10^5$ Па массой 0,2 кг и 0,3 кг соответственно. После того, как сосуды соединили трубкой, объемом которой можно пренебречь, температура возросла на 20 %. Определите установившееся давление в сосуде. [$7 \cdot 10^5$]

8. КПД тепловой машины равен 20 %. Чему будет равен КПД, если потери тепла уменьшить в 2,5 раза? [70]

9. Закрытый с обеих сторон цилиндр наполнен газом и разделен легкой неподвижной теплоизолированной перегородкой на две равные части. Во сколько раз возрастет давление в цилиндре, если температуру одной части увеличить в 1,5 раза. [1,25]

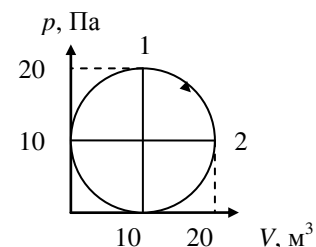
10. Две одинаковые свинцовые пули летят по взаимно перпендикулярным направлениям со скоростью 260 м/с. На сколько изменится температура пуль после абсолютно неупругого столкновения, если в начальный момент времени температура пуль одинаковы, а теплоемкость свинца 130 Дж/(кг·К). [130]

11. Кислород массой 20 г, находящийся при температуре 640 К, сначала изохорно охлаждают так, что давление падает в 2 раза, а затем изобарно расширяют до первоначальной температуры. Какую работу совершит газ в этом процессе? [1,66 кДж]

12. Некоторая масса газа, занимающая объем 0,01 м³, находится при давлении 10^5 Па и температуре 300 К. Газ нагревается при постоянном объеме до 320 К, а затем при постоянном давлении до 350 К. Чему равна работа, совершенная газом при переходе из начального состояния в конечное? [100 Дж]

13. Определите изменение внутренней энергии 2 молей идеального одноатомного газа в процессе 1 → 2. [0]

14. В стальной бак массой 5 кг с 3 кг льда при -30°C впущено 500 г пара при 200°C . Удельные теплоемкости льда, воды, пара, стали соответственно равны: 2100 Дж/(кг·°C); 4200



Дж/(кг·°С); 1390 Дж/(кг·°С); 460 Дж/(кг·°С). Удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг, удельная теплота парообразования воды 2,26 МДж/кг. Определите температуру в системе после установления теплового равновесия. [9 °С]

15. 2 моля идеального газа в процессе 1 → 2, при котором температура T пропорциональна квадрату давления p , где $\alpha = 900 \text{ Па}^2/\text{К}$, $T_1 = 289 \text{ К}$, $T_2 = 400 \text{ К}$. Какую работу совершает газ? [940]

16. Какую работу совершают 7 молей идеального газа в процессе 1 → 2, при котором температура T пропорциональна квадрату объема V : $\alpha T = V^2$ ($\alpha = 16 \text{ м}^6/\text{К}$, $T_1 = 400 \text{ К}$, $T_2 = 500 \text{ К}$). [2900 Дж]

17. 10 молей идеального газа нагрели на 50 °С. Процесс изобарический. Какое количество теплоты получил газ? [10,5 кДж]

18. Молот массой 2 т падает на стальную болванку массой 10 кг с высоты 3 м. На сколько градусов нагреется болванка при ударе, если на нагревание идет 50 % всей энергии молота. Удельная теплоемкость стали равна 460 Дж/кг·К. [6,4°]

19. Определите работу, которую совершает 1 моль идеального газа при изобарном нагревании на 10 К. [83,1 Дж]

20. Тепловая машина на цикл от нагревателя получает количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Чему равен КПД машины? [25 %]

21. Газ получил количество теплоты 300 Дж. Его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж. Чему равна работа, совершенная газом? [100 Дж]

22. Вода падает с высоты 1200 м. На сколько повысится температура воды, если на ее нагревание затрачивается 60 % работы силы тяжести? ($c_B = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$) [1,7 К]

23. Одноатомный идеальный газ получил от нагревателя 2 кДж тепловой энергии. Насколько изменилась его внутренняя энергия? Процесс изобарический. [на 1200 Дж]

24. На сколько изменится внутренняя энергия 1 моля идеального газа при изобарном нагревании на 10 К? [на 124,65 Дж]

25. Кусок льда массой 2 кг при температуре -20° С нагрели, сообщив ему 10^6 Дж теплоты. Определить температуру после нагревания. ($C_{\lambda} = 2,09 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$, $C_B = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$; $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$). [30° С]

26. Как изменится КПД идеального газа тепловой машины, если абсолютную температуру нагревателя и холодильника увеличить вдвое? [не изменится]

27. Газ в идеальной тепловой машине отдает холодильнику 60% теплоты, полученной от нагревателя. Какова температура холодильника, если температура нагревателя 450 К? [270 К]

28. Алюминиевый куб поставлен на лед при 0° С. До какой температуры t° нужно нагреть куб, чтобы он полностью погрузился в лед? (плотность льда и алюминия - $\rho_{\text{л}}$ и $\rho_{\text{А}}$, удельная теплоемкость льда и алюминия $C_{\text{л}}$ и $C_{\text{А}}$, удельная теплота плавления льда λ). [$\lambda \rho_{\text{л}} / c_{\text{А}} \rho_{\text{А}}$]

29. Одноатомный идеальный газ получил от нагревателя 2 кДж тепловой энергии. Какую работу он при этом совершил? (Процесс изобарический). [800 Дж]

30. Что можно сказать о количестве теплоты, необходимой для нагревания газа до одной и той же температуры в сосуде, закрытом поршнем, если поршень не перемещается (Q_1) и если поршень легко подвижный (Q_2). [$Q_1 < Q_2$]

31. Все количество теплоты, выделяющееся при конденсации 1 кг пара при 100° С и охлаждении получившейся воды до 0° С, затрачивается на таяние льда, имеющего температуру 0° С. Сколько льда растает? Удельная теплота

парообразования воды $\gamma=2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг, плавления $\lambda=3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг·К. [8 кг]

Блок 5

Электростатика.

1. С какой силой взаимодействуют пластинки плоского конденсатора площадью $0,01 \text{ м}^2$, если разность потенциалов между ними 500 В и расстояние 3 мм ? [$1,2 \cdot 10^{-3}$]

2. Конденсаторы емкостью 10^{-5} Ф и $2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$ заряжены до напряжения 100 В каждый. Затем они соединяются параллельно одноименно заряженными пластинами. После этого между пластинами установится напряжение: [100]

3. Электрон влетает параллельно пластинам в плоский конденсатор, поле в котором 60 кВ/м . Найти изменение модуля скорости электрона к моменту вылета его из конденсатора, если начальная скорость $2 \cdot 10^7 \text{ м/с}$, а длина конденсатора 6 см . [$1,7 \cdot 10^7$]

4. На двух одинаковых капельках воды находится по одному лишнему электрону, причем сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их гравитационного притяжения. Каковы радиусы капелек? [0,08 мм]

5. Электрон вылетает из точки, потенциал которой равен 500 В , со скоростью 10^6 м/с в направлении силовых линий. Тогда потенциал точки, в которой электрон остановился, будет равен: [497]

6. Два одинаковых шарика с зарядом q каждый соединены пружиной. Шарик колеблется, и расстояние между ними меняется от L до $4L$. Найдите жесткость пружины, если в свободном состоянии ее длина равна $2L$. [$0,5kq^2 / L^3$]

7. На каком расстоянии друг от друга будут находиться эквипотенциальные поверхности, проведенные через 1 В между параллельными металлическими пластинками с потенциалами -10 В и $+140 \text{ В}$, если расстояние между пластинами 3 см можно считать малым по сравнению с размерами пластин? [0,2 мм]

8. Два заряда $+q$ и $-q$, где $q = 1,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 2 м . Определите напряженность в третьей вершине треугольника. [40,5]

9. Металлический шар радиусом $0,1 \text{ м}$ покрыт слоем диэлектрика ($\epsilon = 4$) толщиной $0,2 \text{ м}$ и несет заряд $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Определить потенциал поля в точке, удаленной на $0,35 \text{ м}$ от центра шара. [514]

10. Вокруг точечного заряда 3 нКл по окружности радиуса 3 м с постоянной угловой скоростью 1 рад/с движется противоположно заряженный шарик. Каково отношение заряда к массе этого шарика? [1]

11. Проводящий шар радиусом 5 см заряжен положительным зарядом с поверхностной плотностью $8,84 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$. Определить напряженность поля на расстоянии 5 см от поверхности шара. [2500]

12. Заряженный шарик находится в равновесии в пространстве между горизонтально расположенными пластинами конденсатора. Когда это пространство заполнили жидким диэлектриком с $\epsilon = 3$, то равновесие не нарушилось. Как относятся плотности материала шарика и жидкости? [1,5]

13. Напряженность поля заряженной положительным зарядом сферы радиусом 1 м на расстоянии 2 м от ее поверхности составляет 100 В/м . каков потенциал поля в точке, удаленной от центра на 90 см ? [900]

14. Три одинаковых заряда 1 мкКл расположены на окружности радиусом $2\sqrt{2} \text{ м}$ на одинаковых расстояниях один от другого. Найти напряженность поля на оси окружности на расстоянии от ее центра. [1000 В/м]

15. Электростатическая потенциальная энергия системы трех одинаковых положительных зарядов, расположенных в вакууме вдоль одной прямой на расстоянии R друг от друга, равна W_1 . Во сколько раз изменится энергия системы, если заряды разместить в вершинах правильного треугольника со стороной R ? [2]

16. На двух одинаковых шелковых нитях, образующих некоторый угол, подвешен заряженный шарик массой 1 г . Снизу к нему подносят другой такой же шарик с таким же зарядом, в результате чего натяжение каждой нити уменьшается в 2 раза. Расстояние между центрами шариков 1 см . Определите заряд каждого шарика. [$0,75 \cdot 10^{-8}$]

17. Два одинаковых шарика, имеющие заряды $9 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ и $-3 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$, приведены в соприкосновение и возвращены в прежнее положение. Определите отношение сил взаимодействия до и после соприкосновения. [3]

18. Конденсаторы с емкостью C_1 и C_2 соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения. Определите отношение установившихся напряжений между пластинами конденсаторов. [C_2 / C_1]

19. Электрическое поле образовано внешним однородным полем и полем заряженной пластины (которое полагаем однородным). Напряженность результирующего электрического поля справа от пластины равна $4 \cdot 10^4 \text{ В/м}$, а слева $2 \cdot 10^4 \text{ В/м}$. Определить заряд пластины, если со стороны внешнего поля на пластину действует сила $2,4 \text{ Н}$. [$-2,4 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$]

20. Материальная точка массой 10^{-7} кг , обладающая зарядом 1 мкКл , движется со скоростью 3000 м/с на очень далеком расстоянии от неподвижного заряда величиной 10 мкКл . На какое минимальное расстояние могут сблизиться эти заряды? [$0,2 \text{ м}$]

21. Плоский воздушный конденсатор емкостью 20 нФ заряжен до разности потенциалов 100 В , после чего источник отключили. Какую работу нужно совершить, чтобы вдвое увеличить расстояние между обкладками? [-10^4 Дж]

22. Точечный заряд создает в точке A напряженность поля, равную 36 В/м , а в точке B напряженность равную 9 В/м . Найти напряженность в точке C , лежащей посередине между точками A и B на одной линии с зарядом. [16]

23. Какое расстояние должен пройти электрон, двигаясь по направлению силовых линий однородного электрического поля напряженностью 100 кВ/м , чтобы достичь скорости света. [2]

24. Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 80 В , соединяется одноименно заряженными обкладками с конденсатором утроенной емкости, заряженным до разности потенциалов 40 В . Какое напряжение установится между обкладками соединенных конденсаторов? [50]

25. В однородном электрическом поле с напряженностью 3 МВ/м , силовые линии которого направлены вверх и составляют угол 60° с вертикалью, висит на нити шарик массой 2 г и зарядом $3,3 \text{ нКл}$. Определить силу натяжения нити. [$1,7 \cdot 10^{-2}$]

26. Потенциалы точек A и B поля точечного заряда равны 30 В и 20 В . Найти потенциал точки C , лежащей посередине между точками A и B , если все точки расположены на одной линии с зарядом. [24]

27. Конденсаторы, емкости которых 2 мкФ и 5 мкФ , заряжены до разности потенциалов соответственно 100 В и 50 В . Какое количество теплоты

выделится, если эти конденсаторы соединить одноименно заряженными пластинами? [1,8 мДж]

28. Расстояние между зарядами 10 нКл и -1 нКл равно 1,1 м. Определите напряженность в точке на прямой, соединяющей заряды, в которой потенциал равен нулю. [990]

29. Конденсатору емкостью 6 нФ сообщили заряд, равный 1 мКл, и после отключения от источника погрузили в керосин на $2/3$ его объема. Пластины конденсатора расположены вертикально, а диэлектрическая проницаемость керосина равна 2. Определите напряжение на погруженном конденсаторе. [100]

30. Ромб составлен из двух равносторонних треугольников со стороной в 0,2 м. В вершине при острых углах ромба помещены одинаковые положительные заряды по $6 \cdot 10^{-7}$ Кл. В вершине при одном из тупых углов помещен отрицательный заряд $-8 \cdot 10^{-7}$ Кл. Найти напряженность и потенциал суммарного электрического поля в четвертой вершине ромба. [$4,5 \cdot 10^4$; $1,8 \cdot 10^4$]

31. Конденсаторы с емкостью 1 мкФ и 3 мкФ соединены последовательно и подключены к батарее с напряжением 12 В. На сколько отличаются установившиеся разности потенциалов между пластинками каждого конденсатора? [6]

32. С какой силой взаимодействуют пластинки плоского конденсатора площадью $0,01$ м², если напряжение на пластинах 500 В, расстояние между ними 3 мм? [1,2 мН]

33. Маленькие капли ртути заряжены до потенциала 0,2 В каждая. Определите потенциал большой капли, полученной от слияния 125 маленьких. [5]

34. Три одинаковых точечных заряда величиной по $q = -1,7$ нКл каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника. Для того, чтобы система вся система находилась в равновесии, в центре масс треугольника следует поместить заряд. Определите величину этого заряда. [10^{-9}]

35. Электрон, вылетающий с нулевой начальной скоростью из одной из пластин заряженного конденсатора емкостью 2 мкФ, достигает другой пластины, имея некоторую скорость. Какой будет скорость электрона, если параллельно данному конденсатору включить другой с емкостью 6 мкФ? [$v_2 = v_1 / 2$]

36. Металлический шар диаметром 40 см, заряженный до потенциала 1000 В, соединили проводником с другим металлическим незаряженным шариком диаметром 8 см. Какой заряд при этом пройдет по проводнику? [$3,7 \cdot 10^{-9}$]

37. Тело массой 3 г и зарядом 10 мКл подвешено на невесомой нити. Тело отклоняют на угол 90° от вертикали и отпускают. Чему равно натяжение нити в тот момент, когда нить составляет угол 90° с вертикалью, если тело находится в однородном, направленном вертикально вверх электрическом поле с напряженностью 1 кВ/м? [$T = 3(mg - qE) \cos \alpha = 0,03$ Н]

38. Три одинаковых по модулю заряда расположены на одной прямой так, что расстояния между соседними зарядами равны 1 см, причем посередине находится заряд со знаком, противоположным остальным двум. На каком расстоянии от среднего заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю? [1,3 см]

39. С высоты 20 м по гладкой наклонной плоскости с углом 45° соскальзывает тело массой 1 кг и зарядом $3 \cdot 10^{-4}$ Кл. В вершине прямого угла закреплен тот же заряд, но с противоположным знаком. Какую скорость будет иметь тело у основания наклонной плоскости? [20]

40. Конденсатор емкостью 100 мкФ заряжен до напряжения 200 В. Еще один конденсатор емкостью 200 мкФ заряжен до напряжения 100 В. Конденсаторы соединяют параллельно, подключая друг к другу разноименно заряженные

пластины. Какое количество энергии перешло в тепло в результате соединения конденсаторов? [3 Дж]

41. В вершинах правильного шестиугольника со стороной 1 м помещены друг за другом заряды +1 Кл, +1 Кл, +1 Кл, -1 Кл, -1 Кл, -1 Кл. Найти напряженность электрического поля в центре шестиугольника. [$36 \cdot 10^9$ В/м]

42. Электрон движется по направлению силовых линий однородного электрического поля с напряженностью 10 В/м. Какое расстояние должен пройти электрон, чтобы его начальная скорость уменьшилась в 10 раз? [0,28 м]

43. Конденсатор, пластины которого расположены вертикально, заряжают до напряжения 10 В. После отключения от источника пластины погружают в керосин на $\frac{2}{3}$ его объема. В результате на пластинах конденсатора установилось напряжение 6 В. Чему равна диэлектрическая проницаемость керосина? [2]

44. Два одинаковых заряда 2 нКл размещены на расстоянии 0,1 м друг от друга в двух вершинах равностороннего треугольника. Найти модуль напряженности электрического поля, создаваемого этими зарядами в третьей вершине треугольника. [0]

45. Три одинаковых заряда 2 нКл размещены в трех вершинах квадрата с длиной стороны 0,1 м. Чему равен модуль напряженности в четвертой вершине квадрата? [3400 В/м]

46. Заряды 1 нКл и 2 нКл размещены на расстоянии 0,1 м друг от друга. Для уравнивания действующих на эти заряды сил необходимо разместить в некоторой точке пространства заряд. Какова величина этого заряда? [-0,34 нКл]

47. Два конденсатора электроемкостью 1 мкФ и 2 мкФ соединили последовательно. Полученную систему из двух конденсаторов соединили параллельно с конденсатором электроемкостью 3 мкФ. Определите электроемкость системы конденсаторов. [3,7 мкФ]

48. Три одинаковых заряда 2,2 нКл размещены на расстоянии 0,1 м друг от друга в вершинах равностороннего треугольника. Для уравнивания действующих на эти заряды сил необходимо разместить в некоторой точке пространства заряд Q. Найдите величину этого заряда. [-1,3 нКл]

49. Два конденсатора электроемкостью 1 мкФ и 2 мкФ соединили параллельно, полученную систему конденсаторов соединили последовательно с конденсатором электроемкостью 3 мкФ. Чему равна общая электроемкость системы конденсаторов? [1,5 мкФ]

50. Плоский конденсатор зарядили до разности потенциалов U путем подключения к батарейке. После этого батарейку отключили. Далее расстояние между пластинками конденсатора увеличили в 2 раза. Как изменилась энергия электростатического поля конденсатора? [увеличилась в 2 раза]

51. Чему равна скорость позитрона после прохождения ускоряющего напряжения 100 кВ. [160 Мм/с]

52. Четыре одинаковых заряда 2 нКл размещены в вершинах квадрата с длиной стороны 1 м. Какой заряд необходимо разместить в некоторой точке пространства, чтобы уравновесить действующие на заряды силы? [-1,9 нКл]

53. Электрон влетает в однородное поле со скоростью 10^5 м/с. Вектор скорости направлен в сторону, противоположную направлению силовых линий. Область поля длиной 1,1 м он пролетает за 1 мкс. Определить напряженность поля. [11,4]

54. Электрон движется в направлении силовой линии в электрическом поле с напряженностью 100 В/м. Какое расстояние пролетит электрон до остановки, если начальная скорость равна 10^6 м/с. [0,028]

Блок 6

Законы постоянного тока.

1. Чувствительность гальванометра, сопротивление которого 160 Ом, необходимо уменьшить в $n = 100$ раз, чтобы можно было измерять токи в n раз больших номинальных. Какое сопротивление (шунт) для этого необходимо подключить параллельно к гальванометру? [1,62]

2. По медному проводу сечением $0,17 \text{ мм}^2$ течет ток $0,15 \text{ А}$. Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Заряд $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. [$2,4 \cdot 10^{-21}$]

3. Два куска железной проволоки длинами L_1 и $L_2 = 2L_1$ имеют одинаковые массы. Тогда отношение сопротивления первого проводника ко второму составит: [4]

4. Амперметр сопротивлением 5 Ом при включении в цепь с сопротивлением 200 Ом показал ток 40 А. Тогда, если отключить амперметр, сила тока в цепи составит: [41]

5. Источник, внутреннее сопротивление которого равно нулю, замкнут на сопротивление 100 Ом. Амперметр с сопротивлением 1 Ом, включенный в эту цепь, показал силу тока 5 А. Какой ток протекал в цепи до включения амперметра? [5,05]

6. Определите силу тока, обусловленную движением электрона по орбите радиусом $0,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ в атоме водорода. [1,15 мА]

7. Плотность тока в медном проводнике длиной 10 м равна $10 \text{ А}/\text{см}^2$. Определить напряжение на концах проводника. Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. [17 мВ]

8. Вольтметр с сопротивлением 1000 Ом измеряет напряжение до 100 В. Какое дополнительное сопротивление необходимо подключить к вольтметру, чтобы расширить область измерений до 300 В? [2 000]

9. Найти среднюю скорость дрейфа электронов проводимости в проводнике, если концентрация электронов проводимости $4 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$, сечение проводника $0,5 \text{ см}^2$, а сила тока в нем 3,2 А. [0,1 см/с]

10. К проволочному кольцу присоединяют подводящие провода так, что общее сопротивление оказывается в 8 раз меньше сопротивления разогнутого кольца. Найти отношение длины большей дуги кольца между точками присоединения к меньшей дуге. [6]

11. Сопротивления 60 Ом и 30 Ом соединенные параллельно друг с другом, подключены последовательно к конденсатору сопротивлением 30 Ом. Определите падение напряжения на большем сопротивлении, если на всем участке цепи поддерживается напряжение равное 200 В. [80]

12. По медному проводу сечением $0,17 \text{ мм}^2$ течет ток $0,15 \text{ А}$. Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля, если удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. [$2 \cdot 10^{-21}$]

13. При уменьшении внешнего сопротивления на 20 % сила тока возросла на 20 %. На сколько процентов увеличится сила тока, если внешнее сопротивление уменьшить на 40 %? [50 %]

14. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением 0,2 Ом при токе 4 А отдал во внешнюю цепь мощность 10 Вт. Какую мощность отдает источник тока во внешнюю цепь при силе тока 6 А? [13 Вт]

15. Источник с ЭДС 2,2 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут медной проволокой, масса которого 30,3 г. Сопротивление проволоки равно внутреннему сопротивлению источника. На сколько градусов нагреется проволока за 5 мин, если удельная теплоемкость меди равна 378 Дж/(кг·К)? [3,2]

16. Как при последовательном, так и при параллельном соединении двух одинаковых источников на внешнем сопротивлении выделялась мощность 80 Вт. Какая мощность будет выделяться на этом сопротивлении, если замкнуть на него лишь один из источников? [45]

17. Специальную проволоку использовали в качестве нагревательного элемента, подключая ее к электрической сети. Далее проволоку разрезали пополам. Полученные куски соединили параллельно и подключили к той же сети. Как изменилась при этом мощность? [увеличилась в 4 раза]

18. К резисторам, $R_1 = 100$ Ом и $R_2 = 200$ Ом, соединенным параллельно, последовательно подключают сопротивление $R_3 = 50$ Ом. В каком из резисторов выделится наибольшее количество теплоты, если на концы схемы подать напряжение? [3]

Работа, мощность электрического тока.

1. Аккумулятор с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на внешнее сопротивление и выделяет на нем мощность 9 Вт. Определите наибольшую возможную разность потенциалов на клеммах аккумулятора. [9]

2. На участке пути электровоз развивает силу тяги 25 кН. Двигатель электровоза потребляет ток 600 А из сети, находящейся под напряжением 1 кВ. Определите скорость движения, если известно, что КПД его двигателя 80 %. [19]

3. При подключении к источнику тока с ЭДС = 5 В резистора с сопротивлением 1 Ом КПД источника составил 25 %. Это означает, что ток короткого замыкания источника равен: [1,67]

4. Определите полную мощность элемента при сопротивлении внешней цепи 40 м, если внутреннее сопротивление 2 Ом, а напряжение на зажимах 6 В? [0,95]

5. При поочередном подключении двух источников тока к сопротивлению в первом случае КПД равен 40 %, во втором – 60 %. Если последовательно соединенные источники замкнуть на то же сопротивление, то КПД станет равным: [32]

6. Электропогрузчик поднимает груз массой 500 кг на высоту 2 м. Двигатель работает от аккумуляторной батареи с напряжением 24 В при силе тока 41 А и КПД 80 %. Определить скорость подъема груза в этих условиях. [0,16]

7. Троллейбус массой 11 т движется со скоростью 36 км/ч. Каково сопротивление обмотки двигателя, если напряжение сети 550 В, КПД мотора 80 %, а коэффициент сопротивления движению 0,02? [2,2]

8. Ток короткого замыкания источника равен 15 А. Каков КПД источника при силе тока 6 А? 60

9. Какую наибольшую тепловую мощность отдает во внешнюю цепь источник, ЭДС которого 12 В, а внутреннее сопротивление 2 Ом? [18 Вт]

10. К резисторам, $R_1 = 100$ Ом и $R_2 = 200$ Ом, соединенным параллельно, последовательно подключают сопротивление $R_3 = 50$ Ом. В каком из резисторов выделится наибольшее количество теплоты, если на концы схемы подать напряжение? [3]

11. Чему равен КПД источника тока при силе тока 0,8 А, если ток короткого замыкания источника составляет 2 А? [40 %]

12. Аккумулятор с ЭДС равной 2 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут медной проволокой, масса которого 25,7 г. Сопротивление проволоки подобрано так, что во внешней цепи выделяется наибольшая мощность. На сколько градусов нагреется проволока в течение 4 мин, если удельная теплоемкость меди 390 Дж/(кг·К), а потерями тепла можно пренебречь? [24]

13. Источник с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом питает цепь, состоящую из двух параллельно соединенных сопротивлений, одно из которых равно 4 Ом. Определите второе сопротивление, если через него идет ток 0,6 А. [16]

14. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает за 900 с. При включении другой обмотки вода закипает через 1500 с. Через какое время закипит вода, если обе обмотки включить параллельно? [560]

15. Две лампочки мощностью 40 Вт и 100 Вт с номинальным напряжением 110 В соединяют последовательно и включают в сеть с напряжением 220 В. Во сколько раз отличаются потребляемые мощности лампочек? [2,5]

16. Батарейка от карманного фонаря имеет ЭДС 4,5 В и внутреннее сопротивление 3,5 Ом. Сколько таких батареек надо соединить последовательно, чтобы питать лампу, рассчитанную на напряжение 127 В и мощность 60 Вт? [45]

17. Источник тока питает замкнутую цепь. Когда напряжение на зажимах источника равно 1,8 А, через него протекает ток 0,2 А. Если напряжение падает до 1,6 В, то протекающий ток возрастает до 0,4 А. Определите ЭДС источника тока. [2]

18. При замыкании на сопротивлении 50 Ом батарея элементов дает ток 1 А. Ток короткого замыкания равен 6 А. Какую наибольшую полезную мощность может дать батарея? [9]

Блок 7

Магнитное поле

1. Два электрона движутся в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, по окружностям радиусов R_1 и R_2 . Определите отношение их кинетических энергий. [R_1^2 / R_2^2]

2. Медное кольцо диаметром 1 м находится в перпендикулярном к плоскости кольца магнитном поле с индукцией 1 Тл. Не разрывая кольца, его растянули в линию за одну секунду. Какой заряд протечет через сечение кольца, если диаметр провода 0,3 мм, а удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м? [1]

3. Самолет с размахом крыльев 15 м и мощностью двигателей 10^7 Вт летит горизонтально с постоянной скоростью. Между концами крыльев наводится ЭДС равная 0,3 В. Вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна 10^{-4} Тл. Определите силу тяги двигателей самолета. [50 кН]

4. Проводник длиной 10 см и массой 2 г подвешен на двух одинаковых проводящих ток проводах так, что располагается в горизонтальной плоскости. На какой угол отклонится проводник, если его поместить в вертикальное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл и пропустить через него ток 0,1 А. [45]

5. Кусок провода длиной 34 см сложили в виде прямоугольного равнобедренного треугольника, а концы подсоединили к источнику тока. Проводник поместили в вертикальное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл так, что плоскость треугольника расположена горизонтально. Какая сила действует на провод, если через него протекает ток 2 А? [0]

6. Какой должна быть величина магнитной индукции, чтобы тело массой 1 мг, имеющие заряд 1 нКл, двигалось прямолинейно и равномерно со скоростью 1 км/с в направлении, перпендикулярном к вектору напряженности электрического поля с $E = 10$ кВ/м. [20]

7. В магнитном поле с индукцией 0,02 Тл движется по дуге окружности радиусом 20 см протон. После вылета из магнитного поля протон полностью тормозится электрическим полем. Определить тормозящую разность потенциалов. [766]

8. Катящийся по горизонтальной дороге металлический обруч радиусом 50 см падает на Землю. Какой заряд пройдет по обручу, если сопротивление единицы длины обруча 1 Ом/м, а вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $5 \cdot 10^{-8}$ Тл? [10^{-8}]

9. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 10^{-2} Тл под углом 60° к линиям индукции и движется по винтовой линии с шагом 2 см. Определить импульс электрона. [10^{-23}]

10. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл расположен виток, площадь которого $0,1$ м², а сопротивление 2 Ом, таким образом, что его плоскость перпендикулярна линиям индукции. Виток замкнут на гальванометр. Полный заряд, протекающий через гальванометр, при повороте витка равен $7,5 \cdot 10^{-3}$ Кл. Определите угол на который при этом необходимо повернуть виток. [120]

11. Частица массой $6 \cdot 10^{-12}$ кг и зарядом $3 \cdot 10^{-10}$ Кл движется в однородном магнитном поле с индукцией 10 Тл. Кинетическая энергия частицы 10^{-6} Дж. Какой путь пройдет частица за время, за которое вектор ее скорости повернется на угол 180° ? Магнитное поле перпендикулярно вектору скорости частицы. [3,6 м]

12. Электрон влетает со скоростью 10^5 м/с под углом 60° к параллельно направленным электрическому и магнитному полям. Сколько оборотов сделает электрон до момента начала движения в направлении, обратном полям, если $E = 100$ В/м, а $B = 0,03$ Тл? [2]

13. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $6,28 \cdot 10^{-2}$ Тл так, что его скорость перпендикулярна линиям магнитного поля. Определите период обращения электрона. [$6 \cdot 10^{-6}$]

14. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл по винтовой линии радиусом 10 см. Кинетическая энергия протона равна $5,76 \cdot 10^{-13}$ Дж. Найти шаг винтовой линии. [0,6]

15. Частица массой $1,02 \cdot 10^{-25}$ кг и зарядом $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл влетает в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно силовым линиям со скоростью $5 \cdot 10^4$ м/с. Определите изменение импульса частицы за время 0,05 с. [10^{-20} кг·м/с]

16. Частица, имеющая заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 10^{-2} Тл под углом 60° к линиям индукции и движется по винтовой линии с шагом 2 см. Определите импульс частицы. [10^{-23} кг·м/с]

17. По двум вертикальным шинам скользит вниз проводник массой 0,5 г и длиной 50 см. Концы шины замкнуты на сопротивление 0,5 Ом. Шины находятся в однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,1 Тл и направлена перпендикулярно плоскости шин. Определите скорость установившегося падения проводника. [1 м/с]

18. Протон влетает в область однородного поперечного магнитного поля с индукцией $1,67 \cdot 10^{-2}$ Тл. Толщину области поля считать малой и равной 5 см, при этом скорость направленного перпендикулярна к границе поля. Сколько времени протон будет находится в магнитном поле? [0,33 мкс]

Электромагнитные колебания. Переменный ток. Электромагнитные волны.

1. Колебательный контур состоит из конденсатора, замкнутого на катушку индуктивности. Через 0,1 мкс после начала колебаний энергия магнитного поля в катушке индуктивности равна энергии электростатического поля конденсатора. На какую длину волны резонирует контур? [240 м]

2. Максимальный заряд конденсатора в колебательном контуре 0,1 мкКл, а максимальный ток 3 А. Чему равна длина волны, излучаемой контуром? [62,8]

3. Колебательный контур с конденсатором емкостью 1 мкФ настроен на некоторую длину волны. Когда параллельно конденсатору подключили второй конденсатор, резонансная длина волны увеличилась в 4 раза. Какова емкость второго конденсатора? [15 мкФ]

4. С какой частотой необходимо вращать рамку площадью 300 см², имеющей 200 витков в магнитном поле с индукцией 0,141 Тл, чтобы питать лампочку рассчитанную на напряжение 220 В? [58]

5. Когда в колебательном контуре был конденсатор C_1 , собственные колебания происходили с частотой 30 кГц, а когда конденсатор C_1 заменили на C_2 , то частота собственных колебаний стала равна 40 кГц. Определите частоту колебаний, если в контуре будут два последовательно соединенных конденсатора C_1 и C_2 . [50 кГц]

6. Определить энергию соленоида, если при силе тока в 5 А, в нем возникает магнитный поток равный 0,5 Вб. [1,25]

7. На сколько изменился магнитный поток, пронизывающий каждый виток катушки индуктивностью 1,25 Гн в результате равномерного изменения тока, протекающего через катушку с 4 А до 20 А, если катушка содержит 100 витков? [0,2]

8. Из куска медной проволоки ($1,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) с площадью поперечного сечения 0,36 мм² сделали плоский контур в виде квадрата со стороной 0,5 м, содержащий 10 одинаковых витков. Внешнее магнитное поле перпендикулярно плоскости контура и равномерно убывает от 0,3 Тл до нуля за 3 с. Какой заряд протечет по контуру за первую секунду? [0,25]

9. Катушка индуктивности с 0,3 Гн, намотанная толстым проводом, соединенная параллельно с резистором сопротивлением 150 Ом, подключена к источнику тока с ЭДС 4 В и внутренним сопротивлением 2 Ом. Какой заряд пройдет через резистор при отключении источника тока? [4 мКл]

10. Колебательный контур приемника состоит из слюдяного ($\epsilon = 7$) конденсатора, площадь пластин которого 800 см² с расстоянием между ними 1 мм, и катушки индуктивности. На какую длину волны резонирует контур, если максимальное значение напряжения на пластинах конденсатора в 100 раз больше максимального значения силы тока в катушке? [933 м]

11. Первый колебательный контур состоит из индуктивности L и трех одинаковых параллельно соединенных между собой конденсаторов емкостью C . Второй колебательный контур состоит из индуктивности L и трех одинаковых последовательно соединенных между собой конденсаторов электроемкостью C . Во сколько раз отличается период колебаний во втором контуре от периода колебаний в первом контуре? [1/3]

12. Электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных активного сопротивления $R = 2$ Ом, индуктивности $L = 0,1$ Гн и конденсатора с электроемкостью $C = 1$ мФ, подключена к сети переменного тока с амплитудой ЭДС $E_0 = 220$ В и частотой 50 Гц. Если частота увеличится в 1,1 раза, то выделяющаяся в цепи мощность изменится в $\lambda = P_1 / P$ раз. Определите λ . [0,8]

13. Электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных активного сопротивления R , индуктивности L и конденсатора с электроемкостью C , подключена к сети переменного тока с амплитудой ЭДС равной 220 В и частотой 50 Гц. Выберите параметры цепи, обеспечивающие максимальную выделяющуюся мощность. [$R = 2 \text{ Ом}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$, $C = 0,1 \text{ мФ}$]

14. Какой должна быть величина магнитной индукции, чтобы тело массой 1 мг, имеющие заряд 1 нКл, двигалось прямолинейно и равномерно со скоростью 1 км/с в направлении, перпендикулярном к вектору напряженности электрического поля с $E = 10 \text{ кВ/м}$. [20]

15. В магнитном поле с индукцией 0,02 Тл движется по дуге окружности радиусом 20 см протон. После вылета из магнитного поля протон полностью тормозится электрическим полем. Определить тормозящую разность потенциалов. [766]

16. Катящийся по горизонтальной дороге металлический обруч радиусом 50 см падает на Землю. Какой заряд пройдет по обручу, если сопротивление единицы длины обруча 1 Ом/м, а вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $5 \cdot 10^{-8} \text{ Тл}$? [10^{-8}]

17. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 10^{-2} Тл под углом 60° к линиям индукции и движется по винтовой линии с шагом 2 см. Определить импульс электрона. [10^{-23}]

18. На гладких горизонтальных параллельных рельсах, расстояние между которыми 1,5 м, находится проводящий стержень массой 50 г. Рельсы соединены с конденсатором емкостью 0,4 Ф и находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Определите работу, необходимую для разгона стержня до скорости 5 м/с. [0,74 Дж]

Механические колебания. Волны.

1. Груз, подвешенный на пружине, совершает вертикальные колебания с периодом 0,6 с. При другой массе груза период колебаний стал 0,8 с. Каким будет период колебаний, если масса груза будет равна сумме масс? [1]

2. Тело массой 0,03 кг подвешено к цепочке из двух последовательно соединенных пружин с жесткостью 100 Н/м и 300 Н/м соответственно. Тогда период собственных колебаний системы равен: [0,13]

3. Груз, подвешенный на пружине, вызывает ее удлинение на 6,4 см. Найти период малых вертикальных колебаний этого маятника. [0,5]

4. На гладком горизонтальном столе лежит тело массой 100 г, прикрепленное горизонтальными пружинами к стенкам. Жесткость одной из пружин 40 Н/м, а другой в три раза больше. Определите период колебаний тела выведенного из положения равновесия. [0,16]

5. Определите энергию запасенную в математическом маятнике с массой 2 кг, длиной подвеса 2 м и амплитудой колебаний 1 м. [10]

6. Подставка, прикрепленная к пружине, совершает вертикальные колебания с периодом 0,8 с. Если на подставку положить груз, то период колебаний станет равным 1 с. На сколько удлинится пружина после прибавления груза? [9 см]

7. Волна распространяется в среде со скоростью 100 м/с. Наименьшее расстояние между точками среды, фазы которых противоположны, равно 1 м. Определите частоту колебаний частиц в среде. [50]

8. Математический маятник длиной 1 м отводят от положения равновесия и отпускают. Сколько раз за время 6,3 с кинетическая энергия маятника достигнет максимального значения? [6]

9. Наибольшее отклонение маятника с длиной нити 0,8 м составляет 6° . Определите максимальную скорость движения маятника. [0,3 м/с]
10. Математический маятник длиной 2 м находится в лифте, который движется вниз с ускорением 2 м/с^2 . Определить период колебаний маятника. [3,1]
11. Математический маятник, отведенный на натянутой нити на угол α от вертикали, проходит положение равновесия со скоростью v . Определите период колебаний. [$\pi v / g \sin(\alpha / 2)$]
12. Середина нити математического маятника наталкивается на гвоздь каждый раз, когда маятник проходит положение равновесия справа налево. Найти длину нити, если период колебаний такого маятника равен 2,42 с. [2]
13. На горизонтальной пружине укреплено тело массой 10 кг, лежащее на абсолютно гладком столе. В это тело попадает и застревает пуля массой 10 г, летящая со скоростью 500 м/с, направленной вдоль оси пружины. Тело с застрявшей в ней пулей начинает совершать колебания с амплитудой 10 см. Чему равна угловая частота этих колебаний? [5 рад/с]
14. Через ручей переброшена длинная узкая доска. Когда пешеход стоит на ней неподвижно, она прогибается на 10 см. Когда же он идет по ней со скоростью 3,6 км/ч, то доска начинает раскачиваться так, что он падает в воду. Какова длина шага пешехода? [0,6]
15. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого равен 1 с. С каким ускорением движется лифт, если период колебаний маятника стал равным 1,1 с? [$1,7 \text{ м/с}^2$]
16. Имеется пружинка с аномальной жесткостью, так что смещающая сила F пропорциональна кубу смещения x : $F = -kx^3$, причем $k = 1 \text{ МН/м}^3$. На такую пружинку подвешен грузик массой 1 кг. Определите период малых колебаний груза относительно положения равновесия. [0,17 с]
17. Имеется пружинка с аномальной жесткостью, так что смещающая сила F пропорциональна квадрату смещения x : $F = -kx^2$, причем $k = 1 \text{ кН/м}^3$. На такую пружинку подвешен грузик массой 1 кг. Определите период малых колебаний груза относительно положения равновесия. [0,44 с]
18. Грузик совершает свободные колебания на пружине с периодом T . Чему равен период колебаний груза на 4 таких же параллельно соединенных пружинах? [$T/2$]

Блок 8,9

Геометрическая оптика. Волновая оптика. Квантовая физика.

1. На дне пруда глубиной 0,4 м лежит небольшой камень. Мальчик хочет попасть в него тонким стержнем. Прицеливаясь, мальчик держит стержень над водой под углом 45° . Показатель преломления воды 1,3. На каком расстоянии от камня стержень воткнется в дно? [0,14]
2. Расстояние от линзы до изображения больше расстояния от предмета до линзы на 0,5 м. Увеличение линзы равно 3. Тогда расстояние от предмета до линзы составляет: [0,25]
3. Светящаяся точка находится на расстоянии 12 см от линии пересечения плоских зеркал, расположенных под углом 30° друг к другу. На каком расстоянии находятся друг от друга два первых изображения светящейся точки в этих зеркалах? [12 см]

4. Световой луч падает под углом 60° к поверхности стола. Под каким углом к этой поверхности надо расположить плоское зеркало, чтобы изменить ход луча на горизонтальный? [30]

5. Какова оптическая сила линзы, если для получения изображения предмета в натуральную величину предмет должен быть помещен на расстоянии 10 см от линзы? [20]

6. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см необходимо поместить предмет, чтобы его изображение было мнимым и увеличенным в два раза? [5 см]

7. Точка движется по окружности с постоянной по модулю линейной скоростью 0,2 м/с вокруг главной оптической оси собирающей линзы в плоскости, перпендикулярной оси и отстоящей от линзы на расстоянии, в 1,5 раза большем фокусного. Центр окружности лежит на главной оптической оси линзы. С какой скоростью движется изображение? [0,4 м/с]

8. Какова глубина бассейна, если при определении «на глаз» по вертикальному направлению глубина его кажется равной 2 м, а показатель преломления воды равен 1,33. [2,7 м]

9. Расстояние от предмета до экрана 105 см. Тонкая линза, помещенная между ними, дает на экране увеличенное изображение предмета. Если линзу переместить на 32 см, то на экране будет уменьшенное изображение. Найти фокусное расстояние линзы. [23,8 см]

10. Чему равна площадь изображения картины на фотопленке, если фотографирование производится с расстояния 1 м, площадь картины S , а фокусное расстояние объектива равно 0,2 м? [0,06 S]

11. Предмет находится на расстоянии 10 см от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета, расположен за задним фокусом линзы на расстоянии 40 см от него. Каково увеличение линзы? [2]

12. Плоскость собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см располагается параллельно поверхности стола на расстоянии 5 см от него. По столу перемещается предмет со скоростью 2 см/с. С какой скоростью движется изображение предмета? [4]

13. На рассеивающую линзу с фокусным расстоянием 0,3 м падает сходящийся пучок лучей, которые пересекаются на главной оптической оси, на расстоянии 0,7 м. На сколько сместится точка пересечения лучей, если убрать линзу? [0,49 м]

14. Небольшому шарик, который находится на поверхности горизонтально расположенной тонкой собирающей линзы с оптической силой 0,5 дптр, сообщили вертикальную начальную скорость 10 м/с. Сколько времени будет существовать действительное изображение шарика в линзе? [1,6 с]

15. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы слева направо располагаются точки A , B , C так, что отрезки $AB = 10$ см, $BC = 20$ см. Если предмет поместить в точку A , то его изображение будет в точке B . При перемещении предмета в точку B его изображение перемещается в точку C . Каково фокусное расстояние линзы? [1,2 м]

16. Металлическая пластина, работа выхода для которой равна 4,7 эВ, освещена излучением с длиной волны 180 нм. Какой максимальный импульс передается пластинке при вырывании электронов? [$7 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с]

17. Чему равно фокусное расстояние F тонкой линзы, состоящей из двух прижатых друг к другу тонких линз с фокусными расстояниями $F_1 = 40$ см и $F_2 = -20$ см? [−40 см]

18. Если поочередно освещать поверхность металла излучением с длинами волн 350 нм и 540 нм, то максимальные скорости фотоэлектронов отличаются в два раза. Это означает, что работа выхода электрона из металла равна: $[3 \cdot 10^{19}]$

19. На сколько герц изменилась частота падающего на фотокатод излучения, если разность задерживающих напряжений составляет 4,14 В? $[10^{15}]$

20. Во сколько раз масса покоя электрона больше массы фотона красного света, имеющего в вакууме длину волны $7,2 \cdot 10^{-7}$ м? $[3 \cdot 10^5]$

21. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 0,5 мкм. При какой частоте падающего света оторвавшиеся с его поверхности электроны будут полностью задерживаться потенциалом в 3 В? $[10^{15}$ Гц]

22. Лазер мощностью 16 мВт испускает $4 \cdot 10^{16}$ фотонов ежесекундно, которые вызывают фотоэффект на пластинке с работой выхода электронов 1,25 эВ. Определить потенциал, до которого зарядится пластинка. $[1,25]$

23. Какую скорость приобретают вырванные из калия электроны при облучении его фиолетовым светом с длиной волны 0,42 мкм, если работа выхода электронов из калия равна 2 эВ? $[5,6 \cdot 10^5]$

24. Энергия фотона равна кинетической энергии электрона, имевшего начальную скорость 10^6 м/с и ускорение разностью потенциалов 4 В. Найти длину волны фотона. $[1,8 \cdot 10^{-7}]$

25. Металлическая пластина, работа выхода для которой равна 4,7 эВ, освещена излучением с длиной волны 180 нм. Какой максимальный импульс передается пластинке при вырывании электронов? $[7 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с]

26. При облучении металла светом с длиной волны 500 нм фотоэлектроны задерживаются разностью потенциалов 1,2 В. Какова задерживающая разность потенциалов при облучении металла светом с длиной волны 400 нм? $[1,8$ В]

27. Увеличение частоты вызывающего фотоэффект фотона в 1,1 раза ведет к увеличению максимальной скорости выбитого электрона в 1,1 раза. Определите отношение работы выхода к энергии падающего фотона. $[0,5]$

28. В соответствии с соотношением де Бройля определите длину волны электрона, получившего энергию в результате прохождения ускоряющего напряжения 10 кВ. $[12$ пм]

29. Уменьшение длины волны вызывающего фотоэффект фотона на 1 % ведет к увеличению максимальной скорости выбитого электрона на 10 %. Определите отношение работы выхода к энергии фотона. $[0,95]$

30. Электрон в атоме водорода движется по круговой орбите радиусом $5 \cdot 10^{-11}$ м. Определите скорость движения электрона. $[2,3 \cdot 10^6]$

31. В смеси изотопов, состоящей из кобальта-56 с периодом полураспада 77 дней и кобальт-57 с периодом полураспада 270 дней, за 400 дней распалось 80 % атомов кобальта. Определите отношение начального количества атомов кобальта-56 к количеству атомов кобальта-57. $[0,91]$

32. В смеси изотопов, состоящей из стронция-91 с периодом полураспада 9,7 ч и стронция-92 с периодом 2,6 ч, за 7 часов распалось 75 % атомов стронция. Найти отношение количества атомов стронция-91 к количеству атомов стронция-92. $[0,27]$

33. В смеси изотопов, состоящей из одинакового количества атомов рутения-97 с периодом полураспада 2,4 дня и рутения-103 с периодом полураспада 40 дней, 87,5 % атомов рутения распалось за время равное t_1 , а 75 % атомов рутения распалось за время равное t_2 . Чему равно t_1/t_2 ? $[2]$

34. На сколько герц изменилась частота падающего на фотокатод излучения, если разность задерживающих напряжений составляет 4,14 В? $[10^{15}]$

35. Во сколько раз масса покоя электрона больше массы фотона красного света, имеющего в вакууме длину волны $7,2 \cdot 10^{-7}$ м? [$3 \cdot 10^5$]

36. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 0,5 мкм. При какой частоте падающего света оторвавшиеся с его поверхности электроны будут полностью задерживаться потенциалом в 3 В? [10^{15} Гц]

10. 4 Структура КИМа ЕГЭ по физике. Разбор типового варианта

ЕГЭ по физике включает задания трех уровней сложности: базовый направлен на то, чтобы проверить степень овладения курсом средней школы, а повышенный и высокий позволяют оценить уровень подготовленности к поступлению в технический ВУЗ. Обратите внимание: в билетах встречаются задания, направленные на оценку знаний и навыков ученика в механике, молекулярной физике, электродинамике, квантовой физике и астрофизике. Каждый билет состоит из 32 заданий, которые разделены на две составляющие:

часть 1 – 24 задания, предусматривающие краткий ответ ученика. В 13-ти из них нужно записать ответ в виде нескольких чисел, одного числа или слова, еще в 11-ти ученик должен определить соответствия и сделать множественный выбор, записав ответ некой последовательностью цифр. За эту часть теста можно набрать 34 первичных балла, что равно 65% от всех баллов ЕГЭ;

часть 2 – 8 заданий в виде задач. Номера с 25 по 27 предусматривают краткий ответ, с 28 по 32 – развернутый ответ с пояснением. За эту часть теста можно набрать 18 первичных баллов, что равно 35% от всех баллов ЕГЭ.

Максимум первичных баллов, которые можно набрать на данном ЕГЭ, равен 52.

Разбор типового варианта

Задание 1.

При прямолинейном движении зависимость координаты тела x от времени t имеет вид:

$$x = 5 + 2t + 4t^2.$$

Чему равна скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении? (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Решение.

При равноускоренном движении зависимость координаты тела x от времени в общем виде следующая:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Сравнивая с выражением, данным в условии, получаем, что проекция начальной скорости равна $v_0 = 2$ м/с, а ускорение $a = 8$ м/с². Таким образом, скорость тела в момент времени $t = 2$ с равна

$$v(t = 2 \text{ с}) = v_0 + a \cdot 2 \text{ с} = 2 \text{ м/с} + 8 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 18 \text{ м/с}.$$

Ответ: 18.

Задание 2

На горизонтальной поверхности лежит деревянный брусок массой 1 кг. Для того чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 3 Н. Затем на эту же поверхность кладут стальной брусок массой 5 кг. Коэффициент трения для стали о данную поверхность в 2 раза больше, чем для дерева. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к стальному бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?

Решение.

Для момента начала движения:

$$|\vec{F}| = |\vec{F}_{\text{тр}}|,$$

где \vec{F} — приложенная сила. Распишем силы, которые действуют на деревянный брусок — $F_1 = \mu_1 m_1 g$, на стальной — $F_2 = \mu_2 m_2 g = 2\mu_1 m_2 g$. Следовательно,

$$F_2 = 2F_1 \frac{m_2}{m_1} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{5}{1} = 30 \text{ Н.}$$

Ответ: 30.

Задание 3

Масса самолёта $m_1 = 6000$ кг, масса вертолётa $m_2 = 4000$ кг. Самолёт летит со скоростью $v_1 = 360$ км/ч, вертолёт со скоростью $v_2 = 180$ км/ч. Чему равно отношение импульса самолёта к импульсу вертолётa?

Решение.

Импульс самолёта равен $p_1 = m_1 v_1$, импульс вертолётa — $p_2 = m_2 v_2$. Следовательно, отношение импульса самолёта к импульсу вертолётa равно

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{6000 \text{ кг} \cdot 360 \text{ км/ч}}{4000 \text{ кг} \cdot 180 \text{ км/ч}} = 3.$$

Ответ: 3.

Задание 4

В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 20 см. Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объёма на материал, плотность которого в 6 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? Ответ выразите в Н. (Плотность сосны — 400 кг/м^3 .)

Решение.

В первом случае кубик плавает в воде, а это значит, что сила тяжести уравновешивается силой Архимеда:

$$F_{A1} = mg = \rho_{\text{Т}} \cdot a^3 \cdot g = 400 \cdot 0,2^3 \cdot 10 = 32 \text{ Н.}$$

После замены части кубика его средняя плотность станет равной $0,5 \cdot 400 + 0,5 \cdot 2400 = 1400 \text{ кг/м}^3$. Значит, во втором случае он полностью погрузится в воду. Сила Архимеда в этом случае будет равна:

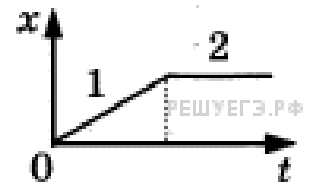
$$F_{A2} = \rho_{\text{в}} g V_{\text{Т}} = 1000 \cdot 10 \cdot 0,2^3 = 80 \text{ Н.}$$

Отсюда получаем, что сила Архимеда увеличится на 48 Н.

Ответ: 48.

Задание 5

Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость ее координаты от времени. Выберите два утверждения, которые можно сделать на основании графика.



- 1) Скорость бусинки на участке 1 увеличивается, а на участке 2 равна нулю.
- 2) Проекция ускорения бусинки на участке 1 равна нулю, а на участке 2 положительна.
- 3) Участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна.
- 4) Проекция скорости бусинки на ось Ox на участке 1 положительна, а на участке 2 равна нулю.

5) Проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 — положительна.

Решение.

Проверим справедливость предложенных утверждений.

1) Скорость — тангенс угла наклона графика зависимости координаты от времени. Из графика видно, что скорость на первом участке не равна нулю и постоянна, а на участке 2 равна нулю.

2) Скорость на первом и втором участках постоянна, поэтому ускорение на обоих участках равно нулю.

3) На первом участке скорость бусинки постоянна, на втором участке координата бусинки не меняется со временем, бусинка не подвижна.

4) Скорость — тангенс угла наклона графика зависимости координаты от времени. Из графика видно, что проекция скорости на ось Ox положительна, а на участке 2 равна нулю.

5) Скорость на первом и втором участках постоянна, поэтому ускорение на обоих участках равно нулю.

Таким образом, верными являются утверждения под номерами 3 и 4.

Ответ: 34.

Задание 6

В сосуд налита вода, поверх которой налит не очень толстый слой масла. В сосуде плавает деревянный шар. При помощи шприца масло из сосуда аккуратно удаляют. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: давление на дно сосуда; модуль выталкивающей силы, действующей на шар; высота части шара, выступающей над поверхностью жидкости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) давление на дно сосуда	1) увеличится
Б) модуль выталкивающей силы, действующей на шар	2) уменьшится
В) высота части шара, выступающей над поверхностью жидкости	3) не изменится

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В

Решение.

А) В результате того, что столб жидкости уменьшился, давление на дно сосуда уменьшится.

Б) Шар плавает в жидкости, значит, сила Архимеда уравновешивает силу тяжести, действующую на шар. Сила тяжести не изменилась, следовательно, не изменится и выталкивающая сила.

В) Сила Архимеда равна $F_A = \rho g V$. Плотность масла меньше плотности воды, следовательно, при одной и той же силе тяжести объём тела, погружённого в воду, меньше, а, значит, глубина погружения шара меньше, то есть при удалении масла высота части шара, выступающая над поверхностью жидкости, увеличится.

Ответ: 231.

Задание 7

Тело массой 200 г движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с формулой $x(t) = 10 + 5t - 3t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия тела $E_k(t)$
Б) перемещение тела $S(t)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $10 + 5t$
2) $0,1(5 + 6t)^2$
3) $2,5 - 6t + 3,6t^2$
4) $5t - 3t^2$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

Сравним

$$x(t) = 10 + 5t - 3t^2$$

с общей кинематической формулой равноускоренного движения

$$x(t) = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2},$$

получаем $x_0 = 10$, $v_0 = 5$, $a = -6$. Тогда для скорости можно записать $v(t) = v_0 + at = 5 - 6t$.

Кинетическая энергия тела

$$E_k(t) = \frac{mv^2(t)}{2} = \frac{0,2(5 - 6t)^2}{2} = 2,5 - 6t + 3,6t^2.$$

равна (А — 3)

Перемещение тела равно $S(t) = x(t) - x_0 = 5t - 3t^2$. (Б — 4)

Ответ: 34.

Задание 8

Газообразный кислород находится в сосуде объёмом 33,2 литра. Давление газа 150 кПа, его температура 127 °С. Определите массу газа в этом сосуде. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Решение.

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона – Менделеева:

$$pV = \frac{m}{M}RT.$$

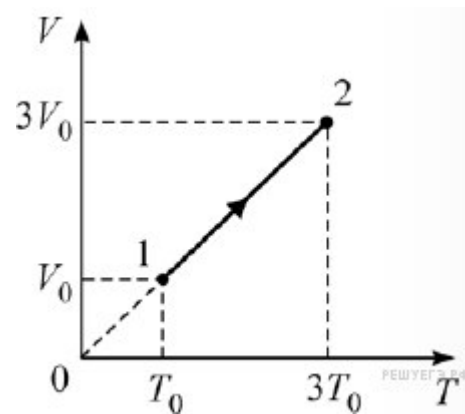
Найдем отсюда массу газа:

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{150 \cdot 10^3 \cdot 33,2 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (127 + 273)} \approx 48 \text{ г.}$$

Ответ: 48.

Задание 9

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1 – 2, график которого изображён на V – T -диаграмме. Определите для этого процесса отношение совершённой газом работы к величине сообщённого газу количества теплоты.



Решение.

Процесс 1 – 2 — изобарный, и работа газа равна

$$A = p\Delta V = \nu R\Delta T = 2\nu RT_0.$$

В изобарном процессе внешнее тепло идет на совершение газом работы и увеличение его внутренней энергии:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = 5\nu RT_0.$$

Отношение работы газа к величине сообщённого газу количества теплоты равно

$$\frac{A}{Q} = \frac{2}{5} = 0,4.$$

Ответ: 0,4.

Задание 10

Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Чему равно отношение $\frac{n}{n_{н.п}}$ — концентрации молекул воды в воздухе комнаты к концентрации молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?

Решение.

Относительная влажность воздуха связана с парциальным давлением пара при некоторой температуре и давлением насыщенных паров при той же температуре соотношением

$$\varphi = \frac{p}{p_{н.п.}} \cdot 100\%.$$

Используя тот факт, что насыщенный пар подчиняется уравнению состояния идеального газа $p = nkT$, для отношения концентрации молекул воды в воздухе комнаты и концентрации насыщенного водяного пара при той же температуре имеем:

$$\frac{n}{n_{н.п.}} = \frac{\varphi}{100\%} = \frac{40\%}{100\%} = 0,4.$$

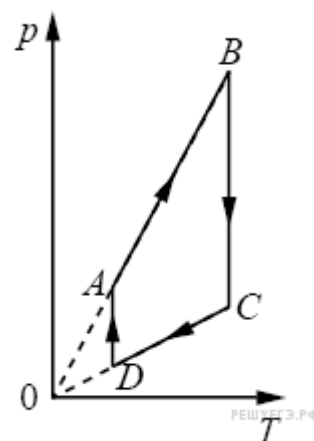
Ответ: 0,4.

Задание 11

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах p – T , где p — давление газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы на графике, и укажите их номера.

1) Газ за цикл совершает положительную работу.



- 2) В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
- 3) В процессе BC внутренняя энергия газа уменьшается.
- 4) В процессе CD над газом совершают работу внешние силы.
- 5) В процессе DA газ изотермически расширяется.

Решение.

1) Процессы AB и CD являются изохорными, работа на этих участках не совершается. Процесс BC — изотермическое расширение, процесс DA — изотермическое сжатие. Поскольку расширение идёт при большей температуре, а границы изменения объёма в этих процессах одинаковы, то совершаемая газом работа в процессе BC больше, чем совершаемая над газом работа в процессе DA . Таким образом, газ за цикл совершает положительную работу. Утверждение 1 *верно*.

2) В процессе AB температура газ и его внутренняя энергия увеличиваются, работу газ не совершает, значит, он получает положительное количество теплоты. Утверждение 2 *верно*.

3) В процессе BC температура и внутренняя энергия газа не изменяются. Утверждение 3 *неверно*.

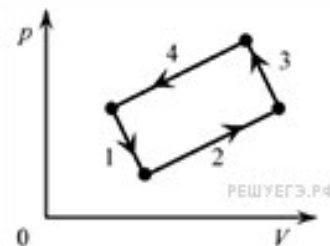
4) В процессе CD работа не совершается. Утверждение 4 *неверно*.

5) В процессе DA газ изотермически сжимается. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 12

Задание 12

На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наибольшими положительными значениями работы газа и работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- А) Работа газа положительна и максимальна
 Б) Работа внешних сил положительна и максимальна

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

А	Б

Решение.

На диаграмме $p - V$ работе соответствует площадь под графиком процесса. При этом, если газ расширяется, то он совершает положительную работу, внешние силы совершают отрицательную работу. При сжатии газа наоборот: газ совершает отрицательную работу, внешние силы совершают положительную работу.

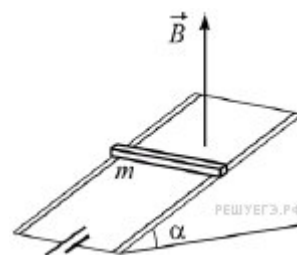
Отсюда сразу же получаем ответ. Процессу с максимальной положительной работой газа соответствует процесс, в ходе которого газ расширяется, а площадь под графиком максимальна (из рисунка ясно, что это процесс 2). Максимальную

же положительную работу внешние силы совершают при сжатии, когда площадь под графиком максимальна (это процесс 4).

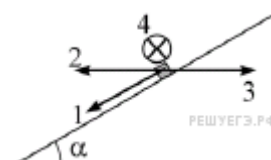
Ответ: 24.

Задание 13

На гладких параллельных проводящих рельсах, расположенных под углом α к горизонту, находится медная рейка массой m . Рельсы подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Система находится в вертикальном однородном магнитном поле B , линии индукции которого направлены вверх.



Рейка начинает двигаться вниз под действием силы тяжести. Какой цифрой правильно обозначено направление силы Ампера, действующей на рейку сразу после начала её движения?



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

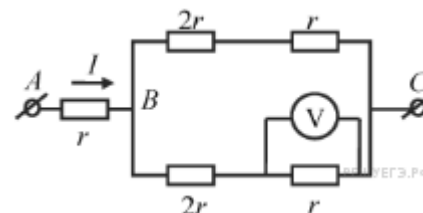
Примечание: Крестиком обозначен четвёртый вариант направления силы, а не направление тока.

Решение.

Направление силы Ампера для проводника с током в магнитном поле можно определить по правилу левой руки. Нужно расположить ладонь так, чтобы четыре пальца указывали направление тока, а магнитные линии входили в ладонь. Тогда отставленный большой палец укажет направление силы Ампера. Правильный ответ указан под номером 2.

Задание 14

На рисунке показана схема участка электрической цепи. По участку AB течёт постоянный ток $I = 6$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? (Ответ дайте в вольтах.)



Решение.

Идеальный вольтметр покажет напряжение U на резисторе r , которое по закону Ома равно $I_2 r$. Верхний участок цепи и нижний участок цепи в параллельном участке имеют одинаковое сопротивление, поэтому сила тока в этих участках одинаковая и $I_1 = I_2 = 0,5I$. Тогда $U = 3 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$.

Ответ: 3.

Задание 15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 12° . Сколько градусов угол между падающим лучом и зеркалом?

Решение.

Угол падения — это угол между падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности. Угол падения равен углу отражения, а значит,

$$\alpha_{\text{пад}} = \alpha_{\text{отр}} = 12^\circ.$$

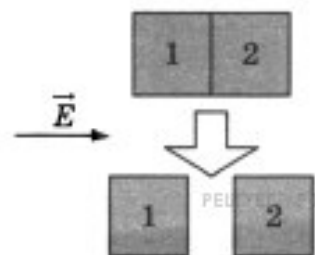
Следовательно, угол между падающим лучом и зеркалом равен

$$90^\circ - \alpha_{\text{пад}} = 90^\circ - 12^\circ = 78^\circ.$$

Ответ: 78.

Задание 16

Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



1) После того, как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго — положителен.

2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.

3) После того, как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.

4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.

5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-го кубика была заряжена отрицательно.

Решение.

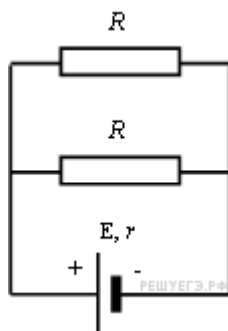
Стекло относится к диэлектрикам, в которых возникающая во внешнем электрическом поле поляризация вызывается в основном ориентацией полярных молекул или появлением наведённой поляризации у неполярных молекул, а не за счёт перемещения подвижных зарядов (электронов).

Поэтому до разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно, а после того, как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.

Ответ: 34.

Задание 17

К источнику тока присоединены два одинаковых резистора, соединенных параллельно.



Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если удалить один из резисторов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится;

2) уменьшится;

3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока
---------------------	------------------	------------------------------

цепи		

Решение.

При удалении одного из резисторов общее сопротивление цепи увеличивается. Действительно, в исходной схеме сопротивление нагрузки равнялось

$$\frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2},$$

а в конечной — R . Сопротивление нагрузки возрастает, тоже самое верное и для общего сопротивления цепи.

По закону Ома для силы тока в цепи имеем выражение

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{н}} + r},$$

где $R_{\text{н}}$ — сопротивление нагрузки, r — внутреннее сопротивление источника тока. Так как сопротивление нагрузки увеличивается, сила тока в цепи уменьшается.

Напряжение на источнике тока равно $U = \varepsilon - Ir$. Так как сила тока уменьшается, напряжение увеличивается.

Ответ: 121.

Задание 18

Колебательный контур радиоприемника настроен на некоторую длину волны λ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если уменьшить расстояние между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменится;
- 2) уменьшится;
- 3) увеличится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота	Длина волны

Решение.

Период электрических колебаний в колебательном контуре связан с емкостью конденсатора соотношением

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

В свою очередь, емкость конденсатора обратно пропорциональна расстоянию между пластинами:

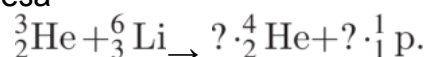
$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}.$$

Следовательно, при уменьшении расстояния между пластинами конденсатора период колебаний в контуре увеличится. Частота обратно пропорциональна периоду, значит, частота уменьшится. Длина волны и частота колебания связаны соотношением $\lambda v = c$, где c — постоянная величина, скорость света в вакууме. Таким образом, при уменьшении расстояния между пластинами длина волны увеличится.

Ответ: 323.

Задание 19

Определите, сколько α -частиц и сколько протонов получается в результате реакции термоядерного синтеза



Количество α -частиц	Количество протонов

Решение.

В ходе реакции синтеза выполняется закон сохранения зарядового и массового числа. Таким образом, при осуществлении этой реакции должно получиться 2 α -частицы и 1 протон:

$$\begin{cases} 3 + 6 = 2 \cdot 4 + 1, \\ 2 + 3 = 2 \cdot 2 + 1. \end{cases}$$

Ответ: 21.

Задание 20

В таблице приведена зависимость максимальной кинетической энергии вылетающих из металла электронов от энергии падающих на металл фотонов.

$E_{\text{фотона}}, \text{эВ}$	2,4	2,8	3,3	4,0
$E_{\text{электрона}}, \text{эВ}$	0,6	1,0	1,5	2,2

Определите работу выхода для этого металла. (Ответ дать в электронвольтах.)

Решение.

Согласно уравнению фотоэффекта Эйнштейна, энергия налетающего фотона идет на работу выхода и на сообщение электрону кинетической энергии:

$$E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{электрона}}.$$

Взяв данные любого столбца из таблицы, для работы выхода получаем:

$$A_{\text{выхода}} = E_{\text{фотона}} - E_{\text{электрона}} = 2,4 \text{эВ} - 0,6 \text{эВ} = 1,8 \text{эВ}.$$

Ответ: 1,8.

3

Задание 21

При переходе электрона в атоме с $(n + 1)$ -го энергетического уровня на n -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся при увеличении n на единицу следующие физические величины: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона?

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) энергия испускаемого фотона
Б) длина волны испускаемого фотона

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

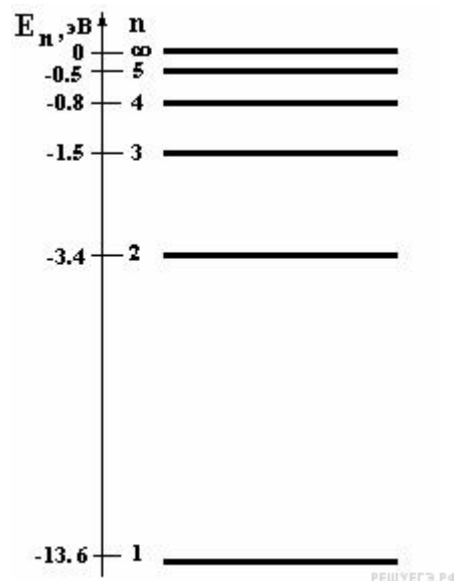
Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Решение.

Рассмотрим на примере атома водорода. Было показано что энергия каждого уровня

представима в виде $E_n = \frac{E_0}{n^2}$. Картина энергетических уровней изображена на рисунке. Наблюдается система «разбегающихся» уровней. Энергия испускаемого фотона — это разница энергий между высшим и низшим уровнем $E_{\text{ф}} = |E_{n+1} - E_n|$. Как можно заметить из рисунка, расстояние между соседними уровнями увеличивается с уменьшением n . И, значит, с увеличением n энергия испускаемого фотона будет уменьшаться. Энергия фотона прямо пропорциональна частоте и обратно пропорциональна длине волны. Отсюда следует вывод, что уменьшение энергии фотона приведет к увеличению длины волны.



Ответ: 21.

Задание 22

Тележка, двигаясь по рельсам, прошла расстояние 50 см за 10 секунд. Погрешность измерения пройденного тележкой расстояния ± 2 см, а время измеряется электронным секундомером с очень высокой точностью. В каких пределах, согласно этим измерениям, может лежать модуль средней скорости тележки за указанное время? Укажите минимальное и максимальное значения в см/с. В ответе запишите значения слитно без пробела.

Решение.

Средняя скорость тележки равна

$$v = \frac{S}{t} = \frac{50 \text{ см}}{10 \text{ с}} = 5,0 \text{ см/с.}$$

Погрешность скорости равна

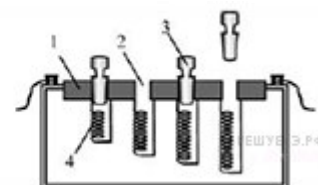
$$\Delta v = \frac{\Delta S}{t} = \frac{2 \text{ см}}{10 \text{ с}} = 0,2 \text{ см/с.}$$

В итоге скорость тележки равна $(5,0 \pm 0,2)$ см/с, то есть измеренное значение лежит в диапазоне от 4,8 см/с до 5,2 см/с.

Ответ: 4,85,2.

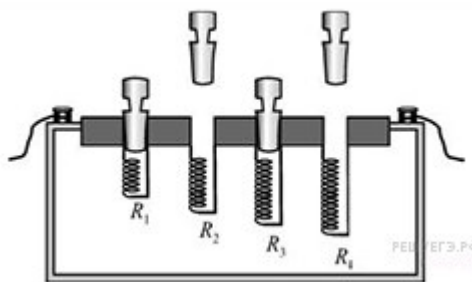
Задание 23

В недавнем прошлом для точных электрических измерений использовались «магазины» сопротивлений, представляющие собой деревянный ящик, под крышкой которого помещалась

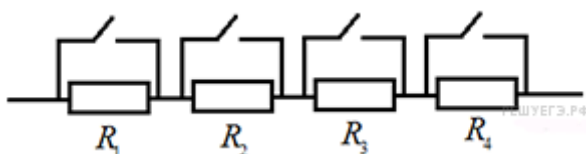


толстая медная пластина (1) с разрывами (2), в которые могут вставляться медные штекеры (3) (см. рисунок). Если все штекеры плотно вставлены, то электрический ток течет через них напрямую по пластине, сопротивление которой ничтожно мало. Если же какой-либо из штекеров отсутствует, то ток течет через проволоки (4), которые замыкают разрывы и обладают точно измеренным сопротивлением.

Определите, чему равно сопротивление, установленное на магазине сопротивлений, показанном на следующем рисунке, если $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 12 \text{ Ом}$. (Ответ дать в омах.)



Решение.



Из устройства магазина сопротивлений видно, что все известные, точно измеренные сопротивления R_1 , R_2 , R_3 и R_4 подключены последовательно друг к другу. Поскольку сопротивлением медной пластины и сопротивлениями штекеров можно пренебречь, заключаем, что штекеры попросту закорачивают соответствующие сопротивления. Если некоторый штекер вставлен в магазин, это означает, что соответствующее сопротивление выключено, его можно не рассматривать. Схему магазина сопротивлений можно перерисовать следующим образом. Здесь надо считать, что ключ замыкается, если соответствующий штекер вставлен.

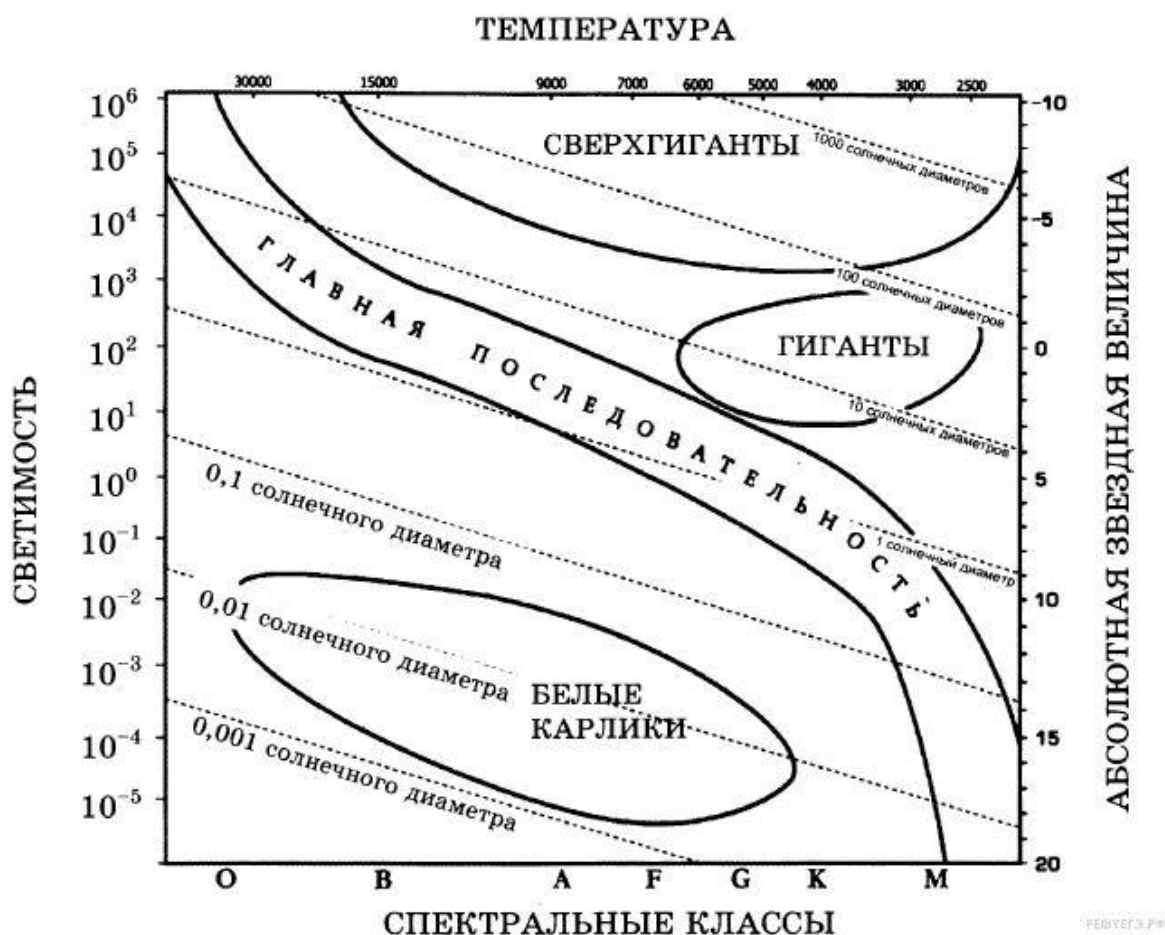
На последнем рисунке видно, что нас интересует ситуация, когда вставлены штекеры 1 и 3, при этом вклад в общее сопротивление дают только сопротивления R_2 и R_4 . Общее сопротивление оказывается равным:

$$R_{\text{общее}} = R_2 + R_4 = 4 \text{ Ом} + 12 \text{ Ом} = 16 \text{ Ом}.$$

Ответ: 16.

Задание 24

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите **два** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса К главной последовательности более короткий, чем звезды спектрального класса В главной последовательности.
- 3) Звёзды-сверхгиганты имеют очень большую среднюю плотность.
- 4) Звезда Денеб имеет температуру поверхности 8550 К и относится к звездам спектрального класса М.
- 5) Звезда 40 Эридана В относится к белым карликам, поскольку её масса составляет 0,5 массы Солнца.

Решение.

1) Линия на диаграмме, соответствующая 1000 солнечных диаметров, находится в области сверхгигантов. Бетельгейзе относится к сверхгигантам.

Утверждение 1 *верно*.

2) Из диаграммы видно, что звезда спектрального класса К главной последовательности имеет сравнимую с солнечной светимость (10^0), а светимость звезды спектрального класса В главной последовательности в тысячи (10^3) раз превышает солнечную. Значит, звезда спектрального класса В быстрее тратит свою внутреннюю энергию и имеет более короткий «жизненный цикл».

Утверждение 2 *неверно*.

3) Как видно из диаграммы сверхгиганты имеют диаметры равные 100 — 1000 солнечным диаметрам. Это значит, их объёмы миллионы и миллиарды раз превышают объём Солнца. При массе в десятки и сотни масс Солнца сверхгиганты имеют очень низкие средние плотности.

Утверждение 3 *неверно*.

4) К спектральному классу М относятся звёзды с температурой 2000 — 3500 К. Денеб с температурой поверхности 8550 К относится к спектральному классу А.

Утверждение 4 *неверно*.

5) Звезда 40 Эридана В относится к белым карликам.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 15

Задание 25

Тело массой 800 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра и воды равна 30 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды в калориметре 37 °С. Определите удельную теплоёмкость вещества исследуемого тела. Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в Дж/(кг · °С), округлите до целых.

Решение.

Количество теплоты Q , идущее на нагрев вещества, равно $mc\Delta t$, где m — масса вещества, c — удельная теплоёмкость этого вещества, Δt — приращение температур. Вода в калориметре нагрелась, тело остыло, запишем уравнение теплового баланса:

$$m_B c_B (t_K - t_B) = m_T c_T (t_T - t_K) \Leftrightarrow c_T = \frac{m_B c_B (t_K - t_B)}{m_T (t_T - t_K)},$$

$$c_T = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}) \cdot 7 ^\circ\text{С}}{0,8 \text{ кг} \cdot 63 ^\circ\text{С}} = 117 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}).$$

Ответ: 117.

Задание 26

В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной 100 °С. Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

Справочные данные: удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Ответ округлите до целого числа кДж.

Решение.

Насыщенный пар — это пар, имеющий максимально возможную концентрацию при данной температуре, при этом концентрация пара зависит только температуры. Поскольку при уменьшении объема в два раза, температуру сосуда и его содержимого поддерживали постоянной, заключаем, что концентрация насыщенного пара не изменялась, а значит, в результате такого сжатия конденсировалась ровно половина всего пара, то есть 2 г.

По первому началу термодинамики изменение внутренней энергии системы равно разности работы, совершаемой над системой, и количеством теплоты, забираемой у системы

$$\Delta U = A - Q \Leftrightarrow Q = -\Delta U + A.$$

При конденсировании 2 г пара его внутренняя энергия уменьшается

$$\Delta U = -r\Delta m = -2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot 0,002 \text{ кг} = -4600 \text{ Дж}.$$

При сжатии над паром совершается работа

$$A = p\Delta V = \frac{pV_0}{2} = \frac{m}{2M}RT = \frac{4 \text{ г}}{2 \cdot 18 \text{ г}/\text{моль}} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 373 \text{ К} \approx 344 \text{ Дж}.$$

Количество забираемой теплоты равно

$$Q = 4600 \text{ Дж} + 344 \text{ Дж} \approx 5 \text{ кДж}.$$

Ответ: 5.

Задание 27

На дифракционную решётку с периодом 1,2 мкм падает по нормали монохроматический свет с длиной волны 380 нм. Каков наибольший порядок дифракционного максимума, который можно получить в данной системе?

Решение.

Условие интерференционных максимумов дифракционной решётки имеет вид $d \sin \varphi = k\lambda$, где k — порядок дифракции. Модуль синуса максимально может быть равен единице, следовательно, этим и ограничивается максимальный порядок дифракции.

$$k_{\max} = \left[\frac{d \cdot 1}{\lambda} \right] = \left[\frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{380 \cdot 10^{-9}} \right] = 3.$$

Ответ: 3.

Задание 28

Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электromетра заземлил. Соединённая с корпусом электromетра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель приподнял верхнюю пластину не смещая в бок относительно нижней (рис. 3). Как изменились при этом показания электromетра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения. Показания электromетра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

Решение.

1. Запишем формулы для нахождения ёмкости конденсатора:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{\epsilon_0 S}{d}, \quad (1)$$

где U — напряжение, S — площадь пластин, d — расстояние между пластинами.

2. Конденсатор не подключён к источнику тока, поэтому в данной схеме заряд на конденсаторе не изменяется ($q = \text{const}$).

3. Из равенства (1) получаем

$$U = \frac{qd}{\epsilon_0 S}. \quad (2)$$

4. По условию изменяется только расстояние между пластинами d — оно увеличивается. Из формулы (2) видно, что при увеличении расстояния между



Рис. 1



Рис. 2

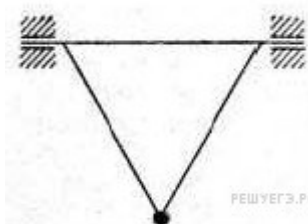


Рис. 3

пластинами растёт напряжение. Показания электрометра изменяются по часовой стрелке.

Задание 29

Равносторонний треугольник, состоящий из трёх жёстких лёгких стержней, может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из его сторон. В точке пересечения двух других его сторон к треугольнику прикреплен массивный грузик (см. рисунок). Как и во сколько раз изменится период малых колебаний грузика около его положения равновесия, если ось вращения наклонить под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту?



Решение.

Обозначим расстояние от оси вращения треугольника до грузика через l . Тогда период колебаний при горизонтальном положении оси равен, очевидно,

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

После наклона оси на угол α возвращающая сила при отклонении треугольника от положения равновесия уменьшится: составляющая силы тяжести вдоль оси, равная $mg \sin \alpha$ (здесь m — масса грузика), будет компенсироваться силами реакции со стороны подшипников, в которых закреплена эта ось, а в направлении, перпендикулярном оси, будет действовать эффективная «сила тяжести», равна $mg \cos \alpha$. Поэтому период малых колебаний грузика при наклоненной оси будет равен

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$$

Таким образом, период колебаний увеличится в

$$n = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{\sqrt{\cos \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{0,5}} = \sqrt{2} \approx 1,41 \text{ раз.}$$

Ответ: период колебаний увеличится в $n = \sqrt{2} \approx 1,41$ раз.

Задание 30

Железный шарик радиусом $r = 1$ см заморожен в ледяной шар радиусом $R = 3$ см. Их охладили до температуры $t_1 = -20^\circ\text{C}$ и опустили в калориметр, в котором находится вода массой $m = 270$ г при температуре $t_2 = +30^\circ\text{C}$. Какая температура t установится в калориметре после достижения равновесного состояния? Потерями теплоты пренебречь. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Решение.

1. Во время теплообмена и установления теплового равновесия в калориметре тёплая вода будет охлаждаться, отдавая теплоту шару изо льда с замороженным в него железным шариком. Часть этой теплоты пойдёт на нагревание шара до 0°C , а оставшаяся — на плавление льда при 0°C и возможное нагревание системы до некоторой положительной температуры, если теплоты охлаждения воды будет достаточно для этого.

2. Вначале найдём количество теплоты, которое может отдать тёплая вода при охлаждении до 0°C :

$$Q_{\text{охл}} = c_{\text{в}} m (t_2 - 0) = 4200 \cdot 0,27 \cdot 30 \approx 34 \text{ кДж}$$

(здесь $c_{\text{в}}$ — удельная теплоёмкость воды).

3. Затем найдём количество теплоты, необходимое для нагревания составного шара и плавления всего льда при 0°C . Для этого вначале найдём массу железа $m_{\text{ж}}$ и льда $m_{\text{л}}$: $m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot (4/3)\pi r^3 \approx 32,7 \text{ г}$ (здесь $\rho_{\text{ж}}$ — плотность железа); $m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} \cdot (4/3)\pi(R^3 - r^3) \approx 98 \text{ г}$. Далее имеем:

$$Q_{\text{нагр}} = (c_{\text{ж}}m_{\text{ж}} + c_{\text{л}}m_{\text{л}})(0 - t_1) \approx 4,5 \text{ кДж},$$

$$Q_{\text{пл}} = \lambda m_{\text{л}} \approx 32,3 \text{ кДж}$$

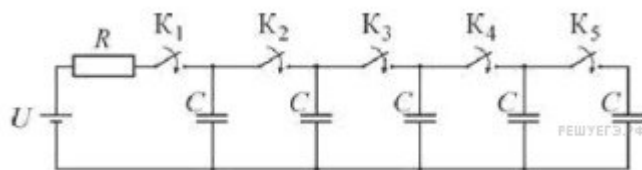
(здесь $c_{\text{ж}}$ и $c_{\text{л}}$ — удельная теплоёмкость железа и льда, λ — удельная теплота плавления льда).

4. Таким образом, $Q_{\text{нагр}} < Q_{\text{охл}} < Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{пл}}$, так что весь лёд при 0°C не растает, и в равновесии установится температура $t = 0^\circ\text{C}$.

Ответ: $t = 0^\circ\text{C}$.

Задание 31

В цепи, схема которой изображена на рисунке, по очереди замыкают ключи $K_1 - K_5$, выжидая каждый раз достаточно длительное время до окончания процессов зарядки конденсаторов. Какое количество



теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа K_5 ? До его замыкания все остальные ключи уже были замкнуты. Параметры цепи: $R = 100 \text{ Ом}$, $C = 2 \text{ мкФ}$, $U = 10 \text{ В}$.

Решение.

Согласно закону сохранения энергии, работа источника $U\Delta q$ при зарядке одного конденсатора ёмкостью C до напряжения источника U расходуется на создание в конденсаторе электростатического поля, обладающего энергией, равной

$$\frac{CU^2}{2},$$

и на теплоту Q , выделяющуюся по закону Джоуля — Ленца в резисторе:

$$U\Delta q = \frac{CU^2}{2} + Q.$$

При полной зарядке, согласно формуле для связи заряда и ёмкости конденсатора, его заряд $\Delta q = CU$, откуда получаем

$$Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{2 \text{ мкФ} \cdot (10 \text{ В})^2}{2} = 0,1 \text{ мДж}.$$

Это выражение годится для процесса зарядки любого конденсатора, которая происходит после замыкания очередного ключа, поскольку состояние уже заряженных конденсаторов при замыкании очередного ключа не изменяется.

Ответ: $0,1 \text{ мДж}$.

Задание 32

Период колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен $T = 6,3 \text{ мкс}$. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5 \text{ мА}$. В момент времени t заряд конденсатора $q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

Решение.

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2},$$

где C — ёмкость конденсатора; L — индуктивность катушки. По формуле Томсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Из закона сохранения энергии определяем:

$$I^2 = I_m^2 - \frac{q^2}{LC},$$

откуда получаем:

$$I = \sqrt{I_m^2 - \frac{4\pi^2 q^2}{T^2}} = \sqrt{25 \cdot 10^{-6} - \frac{4\pi^2 \cdot 16 \cdot 10^{-18}}{6,32 \cdot 10^{-12}}} \approx 3 \text{ мА}.$$

Ответ: $I \approx 3 \text{ мА}$.