|  |  |
| --- | --- |
| Логотип_ОГУ_мал_2 | **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ****РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ****ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ****«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ****ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»****ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИИ****И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****КАРАЧЕВСКИЙ ФИЛИАЛ** |

**Кафедра индустрии электросоединителей, пресс-форм и штампов**

**Л.А. Петрова**

**Физика с элементами электротехники**

Практикум

Направление: 18.02.12 «Технология аналитического контроля химических соединений»

Орел 2024

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Авторы: | Преподаватель кафедры «Индустрия электросоединителей пресс-форм и штампов» Карачевского филиала ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» |  | Л.А. Петрова |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рецензент: | доцент кафедры приборостроения, метрологии и сертификации ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», к.т.н., доцент |  | М.В. Яковенко |

Практикум включает основные разделы физики: цели, задачи, процессы и структуры, методы и приемы. Практикум предназначено для организации практических занятий и самостоятельного внеаудиторного решения задач по дисциплине «Физика с элементами электротехники» для студентов 1 курса. Включает в себя перечень всех практических работ, задания для выполнения внеаудиторных работ по указанной тематике, рекомендуемую литературу, приложения.

Практикум предназначен для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 18.02.12 «Технология аналитического контроля химических соединений», будут полезными для студентов других специальностей.

Редактор Е.О. Ковальчук

Технический редактор С.А. Самохин

ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»

Лицензия ИД №00670 от 05.01.2016 г.

© ОГУ им. И.С. Тургенева, 2024

© Петрова Л.А

**СОДЕРЖАHИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение……………………………………………………………. | 5 |
| Тема 1: Основы кинематики………………………………………. | 6 |
| Практическая работа № 1Путь, перемещение, координаты движущего тела………………. | 6 |
| Практическая работа № 2Прямолинейное равномерное движение.…………………….…... | 8 |
| Практическая работа № 3Скорость при прямолинейном неравномерном движении……… | 12 |
| Практическая работа № 4.Перемещение при равноускоренном движении…………………. | 16 |
| Практическая работа № 5.Равномерное движение тела по окружности……………………. | 18 |
| Тема 2: Основы динамики………………………………………… | 21 |
| Практическая работа № 6Законы механики Ньютона……………………………………….. | 21 |
| Практическая работа № 7Силы упругости. Гравитационные силы. Сила тяжести………... | 25 |
| Практическая работа № 8Движение под действием силы тяжести…………………………. | 27 |
| Практическая работа № 9Трение покоя. Коэффициент трения. Движение под действием силы трения………………………………………………………… | 30 |
| Тема 3: Законы сохранения………………………………………. | 32 |
| Практическая работа № 10Импульс тела. Закон сохранения импульса……………………… | 32 |
| Практическая работа № 11Механическая работа. Кинетическая и потенциальная энергия... | 34 |
| Практическая работа № 12Закон сохранения энергии………………………………………… | 36 |
| Практическая работа № 13Мощность. КПД. Движение жидкостей и газов………………… | 39 |
| Тема 4: Основы молекулярно-кинетической теории…………… | 41 |
| Практическая работа № 14Количество вещества. Постоянная Авогадро. Масса и размеры молекул. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов………………………………………………………... | 41 |
| Практическая работа № 15Уравнения состояния идеального газа…………………………… | 43 |
| Практическая работа № 16………………………………………..Изопроцессы……………………………………………………….. | 45 |
| Практическая работа № 17Механические свойства твердых тел…………………………….. | 48 |
| Тема 5: Основы термодинамики………………………………… | 50 |
| Практическая работа № 18Первый закон термодинамики. Изменение внутренней энергии тел в процессе теплопередачи……………………………………. | 50 |
| Тема 6: Электродинамика………………………………………… | 52 |
| Практическая работа № 19Закон Кулона. Напряженность поля……………………………… | 52 |
| Практическая работа № 20Энергия заряженного тела в электрическом теле. Связь между напряженностью и напряжением………………………………… | 55 |
| Тема 7: Законы постоянного тока………………………………… | 57 |
| Практическая работа № 21.Закон Ома для участка цепи и его следствия. Работа и мощность тока. Закон Ома для полной цепи……………………. | 57 |
| Тема 8: Магнитное поле…………………………………………… | 60 |
| Практическая работа № 22Магнитное поле тока. Закон Ампера. Сила Лоренца…………… | 60 |
| Тема 9: Электрический ток……………………………………….. | 62 |
| Практическая работа № 22Электрический ток в металлах, полупроводниках, растворах электролитов, газах………………………………………………... | 62 |
| Тема 10: Электромагнитные колебания…………………………. | 66 |
| Практическая работа № 23Превращение энергии в колебательном контуре. Переменный ток…………………………………………………………………… | 66 |
| Тема 11: Электромагнитные волны………………………………. | 69 |
| Практическая работа № 24Электромагнитные волны и скорость их распространения……. | 69 |
| Тема 12: Световые волны…………………………………………. | 71 |
| Практическая работа № 25Законы отражения и преломления. Линзы………………………. | 71 |
| Тема 13: Световые кванты. Действие света……………………… | 74 |
| Практическая работа № 26Фотоэлектрический эффект. Фотон. Давление света…………… | 74 |
| Приложения………………………………………………………… | 77 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Знание физики позволило человечеству достигнуть высоких результатов в различных областях нашей жизни и раздвинуть горизонты наших представлений не только об окружающей нас природе, но и обо всей Вселенной в целом.

Физика как основная фундаментальная наука, отделившись от философии, появилась лишь в период научной революции, когда имели место опыты, исследования, наблюдения и эксперименты. Изучение основ физики формирует необходимую базу для качественной профессиональной подготовки будущих специалистов. Все, что теперь нас окружает, было создано благодаря накопленным знаниям в течение длительного времени. А правильность физических знаний мы можем подтвердить при помощи эксперимента.

Проблемы и задачи социального и экономического развития нашего современного общества должны решать специалисты, вооруженные современными знаниями.

Таким образом, источниками знаний для составления фундаментальной картины мира являются практическая деятельность, наблюдения, экспериментальные исследования, производственная деятельность. То есть физика – это, в первую очередь, экспериментальная наука.

**Цели и задачи практических занятий:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;

- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, выполнения лабораторных работ;

- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий.

Курс практических занятий прежде всего ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности.

**Тема 1: Основы кинематики.**

**Практическая работа № 1**

**Путь, перемещение, координаты движущего тела.**

1. Перемещение или путь мы оплачиваем при поездке в поезде? В самолете? В такси?

2. Мячик был сброшен с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1,5 м. Найти путь и перемещение мяча.

3. Мяч с высоты 2 м над поверхностью земли был подброшен вертикально вверх еще 1 м и упал на землю. Найти путь и перемещение мяча.

3. Два предмета, брошенные с поверхности земли вертикально вверх, достигли высот 8 м и 12 м и упали на землю. Во сколько раз отличаются пути, пройденные этими предметами?

4. Велосипедист, движущийся равномерно сделал разворот, описав 180 градусов. Сделать чертеж, на котором указать пути и перемещения велосипедиста за все время разворота и за треть этого времени. Во сколько раз пути, пройденные за указанные промежутки времени, больше модулей векторов соответствующих перемещений?

5. Спортсмен трижды пробежал дистанцию 600 м по дорожке стадиона и вернулся к месту старта. Чему равны путь, пройденный спортсменом, и модуль его перемещения?

6. Спортсмен во время тренировки пробежал 200 м на запад, а затем повернул и пробежал еще 150 м на юг. Найти путь и модуль перемещения спортсмена.

7. На рисунке 1 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.



 Рис. 1

8. Камень брошен из окна третьего этажа с высоты 5 м и упал на землю на расстоянии 4 м от стены дома. Чему равен модуль перемещения камня?

9. Тело переместилось из точки с координатами х1 = 0, у1 = 3 м в точку с координатами х2 = 5 м, у2 = -2 м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.

10. Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 50 км, повернул под углом $90^{0}$ и пролетел еще 40 км. Найти путь и движение вертолета.

11. Катер прошел по озеру в направлении на северо-восток 4 км, а затем в северном направлении еще на 3 км. Найти геометрическим построением модуль и направление перемещения.

12. Туристы прошли сначала 400 м за северо-восток, затем 600 м на запад и еще 400 м на север. Найти геометрическим построением модуль и направление их перемещения.

13. Начальное положение тела соответствует координатам х0 = 0, у0 = 2; конечное положение: х = 4 м, у = 1. Сделайте построение и найдите модуль перемещения и значения проекций перемещения на координатные оси.

14. Человек прошел по проспекту 340 м, затем повернул на перекрестке и прошел в перпендикулярном направлении еще 80 м. Во сколько раз путь, пройденный человеком, больше модуля его перемещения?

15. Тело движется по окружности радиусом 2,5 м. Через некоторое время его перемещение по модулю оказалось равным диаметру. Какой путь прошло тело?

16. Материальная точка движется по окружности радиусом 3 м. Чему равны путь и модуль перемещения через $\frac{1}{6}$ часть оборота точки?

17. Автомобиль преодолел подъем длиной 250 м с углом наклона к горизонту 400. Найдите значения проекции перемещения автомобиля на координатные оси, если ось О*х* направлена горизонтально, а ось О*у* – вертикально.

18. На рисунке 2 показана траектория движения материальной точки из точки А в точку В. Найти координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.



 Рис. 2

19. На рисунке 3 показана траектория ABCD движения материальной точки из А в D. Найти координаты точки в начале и конце движения, пройденный путь, перемещение, проекции перемещения на оси координат.



 Рис. 3

20. Катер прошел из пункта А по озеру 6 км, затем развернулся и двигался под углом 400 к первоначальной траектории до тех пор, пока направление на пункт А не стало составлять угол 900 с направлением его движения. Какого перемещение катера? Какой путь он прошел?

**Практическая работа № 2**

**Прямолинейное равномерное движение.**

1. Для определения скорости течения воды в реку пущен поплавок, который за 40 секунд проходит расстояние 50 м между двумя вехами. Определите скорость течения воды, если скорость поплавка равна скорости течения,.

2. Самолет пролетает 120 км за 6 мин. Определите скорость самолета в м/с и к/ч.

3. За какое время плывущий по реке плот пройдет расстояние 240 м, если скорость движения 0,6 м/с?

4. Расстояние между двумя пунктами А и Б 160 км. Автобус преодолевает это расстояние, двигаясь со средней скоростью 60 км/ч, а автомобиль – со средней скоростью 70 км/ч. На сколько часов пассажиры автобуса находятся в пути больше, чем пассажиры автомобиля?

5. Парашютист после прыжка стал спускаться равномерно со скоростью 6 м/с. Двигаясь с такой скоростью, он за 6 мин достиг земли. Какой путь преодолел парашютист за это время?

6. Автобус в течение первого часа двигался со средней скоростью 50 км/ч, а в течение второго часа – 70 км/ч. На сколько километров больше составил путь автобуса за второй час движения, чем за первый?

7. Пешеход за минуту делает 80 шагов. Определите скорость движения пешехода, считая длину шага равной 70 см.

8. Автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч в течение 20 мин, а следующие 0,5 ч со скоростью 70 км/ч. Какой путь прошел автомобиль за все время движения?

9. Мотоцикл за первые 2 ч проехал 100 км, а следующие 3 ч двигался со скоростью 60 км/ч. Какой была скорость мотоцикла на первом участке пути? Какой путь он прошел за все время движения?

10. Поезд в течение 1 ч шел со скоростью 25 м/с, затем еще 4 ч со скоростью 40 км/ч, а длина последнего участка пути составила 15 км. Какой путь прошел поезд?

11. Первый велосипедист проехал некоторый путь за 4 с, двигаясь со скоростью 5 м/с, а второй велосипедист – этот же путь за 8 с. Какова скорость второго велосипедиста?

12. Автомобиль движется со скоростью 60 км/ч. Ширина дороги равна 6 м. Скорость пешехода, переходящего через дорогу, 1,5 м/с. На каком минимальном расстоянии от автомобиля пешеход может начать движение?

13. Автомобиль, двигаясь равномерно со скоростью 40 м/с, проехал половину пути до места назначения за 1,3 ч. С какой скоростью он должен продолжить равномерное движение, чтобы за 4 ч достигнуть цели и вернуться обратно?

14. Движение грузового автомобиля описывается уравнением х1 = -160 + 14t, а движение пешехода по обочине того же шоссе — уравнением х2 = -2t. Сделать пояснительный рисунок (ось X направить вправо), на котором указать положение автомобиля и пешехода в момент начала наблюдения. С какими скоростями и в каком направлении они двигались? Когда и где они встретились?

15. По прямому шоссе в одном направлении движутся два мотоциклиста. Скорость первого мотоциклиста 15 м/с. Второй догоняет его со скоростью 22 м/с. Расстояние между мотоциклистами в начальный момент времени равно 300 м. Написать уравнения движений мотоциклистов в системе отсчета, связанной с землей, приняв за начало координат место нахождения второго мотоциклиста в начальный момент времени и выбрав за положительное направление оси X направление движения мотоциклистов. Построить на одном чертеже графики движения обоих мотоциклистов (рекомендуемые масштабы: в 1 см 100 м; в 1 см 5 с). Найти время и место встречи мотоциклистов.

16. По прямолинейной автостраде (рис. 4) движутся равномерно: автобус — вправо со скоростью 30 м/с, легковой автомобиль — влево со скоростью 40 м/с и мотоциклист — влево со скоростью 20 м/с. Координаты этих экипажей в момент начала наблюдения равны соответственно 600, 400 и -100 м. Написать их уравнения движения. Найти: а) координату автобуса через 10 с; б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 5 с; в) через какое время координата мотоциклиста будет равна -400 м; г) в какой момент времени автобус проезжал мимо дерева; д) где был легковой автомобиль за 10 с до начала наблюдения.



 Рис. 4

17. На графике (рис. 5) найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел х = x(t). Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.



 Рис. 5

18. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями: х1 = 6t, х2 = 220 - 8t. Построить графики зависимости x(t). Найти время и место встречи.

19. На рисунке 6 представлены графики движения двух тел. Написать уравнения движения х = х(t). Что означают точки пересечения графиков с осями координат?



 Рис. 6

20. По трассе в одном направлении движутся два мотоциклиста. Скорость первого мотоциклиста 20 м/с. Второй догоняет его со скоростью 30 м/с. Расстояние между мотоциклистами в начальный момент времени равно 400 м. Найти время и место встречи мотоциклистов. Написать уравнения движений мотоциклистов в системе отсчета, связанной с землей, приняв за начало координат место нахождения второго мотоциклиста в начальный момент времени и выбрав за положительное направление оси X направление движения мотоциклистов. Построить на одном чертеже графики движения обоих мотоциклистов (рекомендуемые масштабы: в 1 см 100 м; в 1 см 5 с).

21. Автомобиль и мотоциклист движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно 40 и 35 м/с. Расстояние между ними в начальный момент времени равно 300 м. Написать уравнения движения автомобиля и мотоцикла и построить графики зависимости х = x(t). Систему отсчета связать с землей. Считать, что положение автомобиля при t = 0 совпадает с началом отсчета, а ось X направлена в ту же сторону, что и скорость движения автомобиля.

Графически и аналитически определить: а) место и время их встречи; б) кто из них раньше пройдет 100 метров и на сколько раньше; в) расстояние между ними через 10 с; г) где находился автомобиль в тот момент, когда велосипедист проходил точку с координатой 350 м; д) когда велосипедист проходил точку, в которой автомобиль был через 8 с после начала движения; е) в какие моменты времени расстояние между ними было 160 м; ж) какую точку автомобиль прошел раньше велосипедиста на 14 с.

22. Движение материальной точки в данной системе отсчета описывается уравнениями у = 2 + 2t, х = 4 + t. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости XOY. Обозначить положение точки t = 0, направление и скорость движения.

**Практическая работа № 3**

**Скорость при прямолинейном неравномерном движении.**

1. Велосипедист за первые 6 с проехал 60 м, за следующие 20с – 160 м и за последние 10 с – 30 м. Определите средние скорости на каждом из участков и на всем пути.

2. Машина проехала первую половину пути со скоростью υ1 = 40 м/с, а вторую половину пути со скоростью υ2 = 55 м/с. Рассчитайте среднюю скорость на всем пути.

3. На рисунке 7 показано фото - движение круглого предмета. Найти среднюю скорость движения предмета на участке АВ и мгновенную скорость в точке С, зная, что частота съемки 50 раз в 1 с. Натуральная длина прямоугольного предмета, изображенного на фотографии, равна 60 мм. Движение по горизонтальному участку считать равномерным.



 Рис. 6

4. При ударе кузнечного молота по заготовке ускорение при торможении молота было по модулю равно 300 м/с2. Сколько времени длится удар, если начальная скорость молота была 12 м/с?

5. Электропоезд через 20 с после начала движения приобретает скорость 0,8 м/с. Через какое время от начала движения скорость электропоезда станет равна 4 м/с?

6. Какая скорость станет у велосипедиста через 40 с, если его начальная скорость равна 5 м/с? Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,4 м/с2.

7. Автомобиль, двигается с ускорением 0,4 м/с2. Какое время понадобится водителю, чтобы увеличить скорость автомобилю с 14 до 28 м/с?

8. При разгоне автомобиля задана зависимость скорости от времени формулой υx = 1,2t. Построить график зависимости скорости от времени и найти скорость в конце шестой секунды.

9. Определить формулу зависимости скорости от времени υx(t) и построить график этой зависимости, если скорость поезда за 30 с уменьшилась с 80 до 60 км/ч.

10. На графике показаны проекции скорости (рис. 7), найти начальную скорость, скорости в начале второй, затем четвертой и в конце шестой секунд. Вычислить ускорение и написать уравнение υx = υx(t).



 Рис. 7

11. Рассмотреть графики на рисунке 8. Написать уравнения υx = υx(t).



 Рис. 8

12. На рисунке 9 показан вектор скорости в начальный момент времени и вектор ускорения материальной точки. Написать уравнение υy = υy(t) и построить его график для первых 8 с движения, если υ0 = 20 м/с, а = 12 м/с2. Найти скорости через 2, 4, 6 с.



 Рис. 9

13. По графикам зависимости ax(t), приведенным на рисунке 10, а и б, построить графики зависимости υx(t), считая, что в начальный момент времени (t = 0) скорость движения материальной точки равна нулю.



 Рис. 10

14. Автомобиль прошел по проселочной дороге 60 км за 5 ч, а оставшиеся 200 км по трассе за 2 ч. Найдите среднюю скорость автомобиля.

15. На прохождение первой части пути человек затратил 15 мин, на прохождение второй – 30 мин, а общий путь, пройденный человеком, составил 4 км. Рассчитайте среднюю скорость движения человека?

16. Электропоезд передвигается прямолинейно в гору со средней скоростью 12 м/с. Найдите начальную скорость движения, если конечная скорость равна 6 м/с? С каким по модулю ускорением поезд двигался, если подъем длился две минуты?

17. Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течении первых 5 с двигался с ускорением 2 м/с2; затем в течение 0,3 мин он двигался равномерно и последние 30 м – замедляясь и до полной остановки. Найдите среднюю скорость на всем пути.

18. Автомобиль проехал три четверти пути со скоростью 35 м/с, а оставшуюся часть – со скоростью 20 м/с. Определите среднюю скорость на всем пути?

19. Из пункта А в пункт В вниз по течению реки отправился катер. Дойдя до пункта В, он мгновенно развернулся и направился в пункт А. скорость течения реки 4 км/ч. Определите среднюю скорость катера за все время движения, если известно, что на путь из А и В катер затратил в 2 раза меньше времени, чем на обратный путь. Скорость катера относительно воды не изменяется.

20. Самолета первую треть пути он летел со скоростью 800 км/ч, а вторую треть пути – со скоростью 700 км/ч, а последнюю часть пути – со скоростью, втрое большей средней скорости на первых двух участках. Найдите среднюю скорость пролетевшего самолета на всем пути?

**Практическая работа № 4.**

**Перемещение при равноускоренном движении.**

1. От остановки одновременно отходят автобус и троллейбус. Ускорение автобуса в 3 раза больше, чем троллейбуса. Сравнить пути, пройденные автобусом и троллейбусом за одно и то же время, и приобретенные ими скорости.

2. Шарик, скатился с наклонной поверхности из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 20 см. Какой путь он пройдет за 4 с?

3. Мотоциклист не доезжая до железнодорожного переезда 10 м от начал тормозить. Его скорость в это время была 30 км/ч. Определить положение мотоцикла относительно переезда через 2 с от начала торможения. Ускорение мотоцикла 1 м/с2.

4. Автомобиль начал свое движение из состояния покоя. За какое время он пройдет 40 м с ускорением 0,8 м/с2,?

5. Второй вагон трогающегося от остановки поезда проходит за 5 с мимо человека, находившегося до отправления поезда у начала этого вагона. За какое время пройдет мимо наблюдателя весь поезд, состоящий из 12 вагонов? Промежутками между вагонами пренебречь.

6. Рассматривая полет, ракеты К. Э. Циолковский в книге «Вне Земли», пишет: «...через 10 секунд она была от зрителя на расстоянии 5 км». С каким ускорением начала полет ракета, и какую скорость она приобрела?

7. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 618 км/с2. Длина ствола составляет 42,5 см. Какая скорость вылета пули?

8. Во сколько раз скорость пули при вылете из ствола больше, чем в середине ствола ружья?

9. Автомобиль, движущийся со скоростью 68 км/ч, при аварийном торможении остановился через 4 с. Определите тормозной путь.

10. Длина разбега при взлете бомбардировщик Ту-160равна 1985 м, а скорость отрыва от земли 570 км/ч. Длина пробега при посадке этого самолета 1610 м, а посадочная скорость 530 км/ч. Сравнить ускорения (по модулю) и время разбега и посадки.

11. При скорости υ1 = 22 км/ч тормозной путь автомобиля равен S1 = 2,5 м. Ускорение в обоих случаях одно и то же. Каким будет тормозной путь S2 при скорости υ2 = 90 км/ч?

12. Машина, двигаясь прямолинейно с ускорением 16 м/с2, достигло скорости 66 м/с, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через 22 с. Определить путь, пройденный машиной.

13. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в 2 раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист: а) за одно и то же время; б) на одном и том же пути?

14. Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой υx = 9t. Написать уравнение движения х = x(t), если в начальный момент (t = 0) движущаяся точка находилась в начале координат (х = 0). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.

15. Уравнение движения материальной точки имеет вид х = 0,6t2. Написать формулу зависимости υx(t) и построить график. Показать на графике штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 6 с, и вычислить этот путь.

16. Уравнение движения материальной точки имеет вид х = -0,4t2. Какое это движение? Найти координату точки через 4 с и путь, пройденный ею за это время.

17. Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея начальную скорость 6 м/с, спускается с горы с ускорением -0,3 м/с2; другой, имея начальную скорость 2 м/с, спускается с горы с ускорением 0,4 м/с2. Через какой промежуток времени они встретятся и какое расстояние до встречи пройдет каждый из них, если расстояние между ними в начальный момент равно 80 м?

18. Горку длиной 100 м лыжник, двигаясь с ускорением 0,3 м/с2, прошел за 20 с. Какова скорость лыжника в начале и в конце горы?

19. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 40 с путь 440 м и развил скорость 24 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

20. Уравнения движения по шоссе велосипедиста, пешехода и бензовоза имеют вид: х1 = 0,6t2, х2 = 500 + 0,4t и х3 = 200 соответственно. Найти для каждого из тел: координату в момент начала наблюдения, проекции на ось X начальной скорости и ускорения, а также направление и вид движения.

Сделать пояснительный рисунок, указав положения тел при t = 0 и начертив векторы скоростей и ускорений.

21. Движения трех материальных точек заданы следующими уравнениями соответственно: х1 = 12t + 0,6t2; х2 = 4t -0,2 t2; х3 = -2t + 4t2 . Написать уравнение υx = υx(t) для каждой точки; построить графики этих зависимостей; описать движение каждой точки.

22. Мальчик съехал на санках с горы длиной 30 м за 15 с, а затем проехал по горизонтальному участку еще 15 м до остановки. Определите скорость в конце горы, ускорения на каждом из участков, общее время движения и среднюю скорость на всем пути. Начертить график скорости.

23. Спортсмен начал движение из состояния покоя и в течение первых 5 с двигался с ускорением 2 м/с2; затем в течение 0,2 мин он двигался равномерно и последние 25 м — равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения. Построить график зависимости υx(t).

24. Движения двух машин по трассе заданы уравнениями х1 = 6t + 0,4t2 и х2 = 100 - 5t. Начертить график движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 6 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.

25. Расстояние между двумя телами равно 6,9 м. Первое тело двигалось из состояния покоя с ускорением 0,3 м/с2. Второе тело двигалось вслед за ним, имея начальную скорость 4 м/с и ускорение 0,5 м/с2. Написать уравнения х = x(t) в системе отсчета, в которой при t = 0 координаты тел принимают значения, соответственно равные х1 = 7,2 м, х2 = 1. Определите время и место встречи тел.

26. Движения двух автомобилистов заданы уравнениями х1 = 35 + 2t2 и х2 = 12t. Описать движение каждого автомобилиста? Определите время и место их встречи.

**Практическая работа № 5.**

**Равномерное движение тела по окружности.**

1. Частота обращения ветроколеса ветродвигателя 20 об/мин, якоря электродвигателя 1600 об/мин, барабана сепаратора 88800 об/мин, шпинделя шлифовального станка 92000 об/мин. Вычислить их периоды.

2. Определите частоту обращения Луны вокруг Земли (см. Приложение таблица 12).

3. Скорость точек рабочей поверхности наждачного круга диаметром 400 мм не должна превышать 40 м/с. Разрешима ли посадка круга на вал электродвигателя, совершающего 1650 об/мин; 3200 об/мин?

4. Частота обращения воздушного винта самолета 2200 об/мин. Сколько оборотов делает винт на пути 120 км при скорости полета 220 км/ч?

5. Период обращения платформы карусельного станка 6 с. Найти скорость крайних точек платформы, удаленных от оси вращения на 3 м.

6. Диаметр задних колес трактора в 2 раза больше, передних чем. Сравнить частоты обращения колес при движении трактора.

7. Радиус вала, на который наматывается трос, в 3 раза меньше радиуса рукоятки колодезного ворота. Какова линейная скорость конца рукоятки при поднятии ведра с глубины 12 м за 22 с?

8. Самолет летит по шестидесятой параллели. С какой скоростью и в каком направлении он должен лететь, чтобы прибыть в пункт назначения раньше (по местному времени), чем он вылетел из пункта отправления? Есть ли возможность это сделать у современных пассажирских самолетов?

9. Первая в мире орбитальная космическая станция, созданная в результате стыковки двух космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5» 16 января 1969 г., имела период обращения 88,85 мин и среднюю высоту над поверхностью Земли 230 км (считая орбиту круговой). Определите среднюю скорость движения станции.

10. Во сколько раз изменяется скорость движения спутника по орбите, если при увеличении в 3 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 6 раз.

11. Определите отношение скоростей концов стрелок, если минутная стрелка часов в 2 раза длиннее секундной стрелки.

12. Движение от шкива I (рис. 11) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту обращения (в об/мин) шкива IV, если шкив I делает 1400 об/мин, а радиусы шкивов r1 = 6 см, r2 = 42 см, r3 = 22 см, r4 = 66 см. Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.



 Рис. 11

13. Диаметр циркулярной пилы составляет 560 мм. Шкив насажен на ось пилы диаметром 420 мм, который приводится во вращение посредством ременной передачи от шкива диаметром 210 мм, насаженного на вал электродвигателя. Какова скорость зубьев пилы, если вал двигателя совершает 1400 об/мин?

14. Диаметр колеса велосипеда «Десна» d = 60 см, ведущая зубчатка имеет z1 = 38 зубцов, а ведомая z2 = 28 зубцов. С какой скоростью движется велосипедист на этом велосипеде при частоте вращения педалей n = 1,2 об/с? С какой скоростью движется велосипедист на складном велосипеде «Кама» при той же частоте вращения педалей, если у этого велосипеда соответственно d = 60 см, z1 = 58 зубцов, z2 = 16 зубцов?

15. Поезд движется по закруглению радиусом 700 м со скоростью 30 м/с. Определите центростремительное ускорение поезда?

16. Скорость точек экватора Солнца при его вращении вокруг своей оси равна 3 км/с. Определите период обращения Солнца вокруг своей оси и центростремительное ускорение точек экватора.

17. Период обращения молотильного барабана комбайна «Самсунг» диаметром 500 мм равен 0,12 с. Рассчитать скорость точек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение.

18. С какой скоростью легковой автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 38 м, чтобы центростремительное ускорение было равно ускорению свободного падения?

19. Найти центростремительное ускорение концов лопаток турбины, если рабочее колесо турбины Саяно-Шушенской ГЭС имеет диаметр 9,4 м и вращается с частотой 102,4 об/мин.

20. Грузовой автомобиль движется со скоростью 54 км/ч и при этом частота обращения колеса 8 с-1. Определите центростремительное ускорение точек колеса грузового автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если

21. По окружности движутся две материальные точки. Радиусы окружностей обозначены R1 и R2, притом что R1 = 3R2. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов обращения.

22. Частота обращения в 40 раз меньше а, радиус рабочего колеса гидротурбины в 4 раз больше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.

**Тема 2: Основы динамики**

**Практическая работа № 6**

**Законы механики Ньютона.**

1. Действия каких тел компенсируются в следующих случаях: а) подводная лодка покоится на глубине; б) подводная лодка лежит на самом дне?

2. Действия каких тел компенсируются, если парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно?

3. Мальчик держит на нити шарик, наполненный водородом. Действия каких тел взаимно компенсируются, если шарик находится в состоянии покоя? Мальчик выпустил нить. Почему шарик пришел в ускоренное движение?

4. Может ли легковой автомобиль двигаться равномерно по горизонтальной дороге, если у него выключен двигатель?

5. Маневровый тепловоз толкнул поезд на горизонтальном участке пути. Какие тела действуют на поезд во время и после толчка? Как будет двигаться поезд под влиянием этих тел?

6. На стержне, вращающемся с некоторой частотой, два стальных шарика разных размеров, связанные нерастяжимой нитью, не скользят вдоль стержня при определенном соотношении радиусов R1 и R2. Каково соотношение масс шариков, если R2 = 3R1?

7. Определите отношение модулей ускорений двух стальных шаров во время столкновения, если радиус первого шара в 1,5 раза больше радиуса второго. Зависит ли ответ задачи от начальных скоростей шаров?

8. Найти отношение модулей ускорений двух шаров одинакового радиуса во время взаимодействия, если первый шар сделан из свинца, а второй из стали.

9. При столкновении двух тележек, движущихся по горизонтальной плоскости, проекция вектора скорости первой тележки на ось X изменилась от 4 до 2 м/с, а проекция вектора скорости второй тележки на ту же ось изменилась от -1 до +1 м/с. Ось X связана с землей, расположена горизонтально, и ее положительное направление совпадает с направлением вектора начальной скорости первой тележки. Описать движения тележек до и после взаимодействия. Сравнить массы тележек.

10. Два тела массами 500 и 700 г двигались навстречу друг другу и после удара остановились. Какова скорость второго тела, если первое двигалось со скоростью 3 м/с?

11. Вагон массой 70 т подходит к неподвижной платформе со скоростью 0,4 м/с и ударяет ее буферами, после чего платформа получает скорость 0,5 м/с. Какова масса платформы, если после удара скорость вагона уменьшилась до 0,2 м/с?

12. Может ли равнодействующая двух сил 12 и 16 Н, приложенных к одной точке, быть равной 2, 4, 10, 24, 30 Н?

13. Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных к одной точке, быть равной нулю?

14. Найти равнодействующую трех сил по 300 Н каждая, если углы между первой и второй силами и между второй и третьей силами равны 90°.

15. На парашютиста массой 80 кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, проекции которой на оси координат X и Y равны 300 и 500 Н. (Ось Y направлена вверх.) Найти равнодействующую всех сил, действующих на парашютиста.

16. На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 580 кН и подъемная сила 575 кН, а в горизонтальном направлении — сила тяги 262 кН и сила сопротивления воздуха 180 кН. Определить модуль и направление равнодействующей.

17. Нить, на которой размешен груз массой 1,8 кг, смещается в новое положение силой равной 14 Н, действующей в горизонтальном направлении. Найти силу натяжения нити.

18. Трактор, сила тяги которого на крюке 18 кН, сообщает прицепу ускорение 0,6 м/с2. Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 70 кН?

19. Сила 680 Н сообщает телу ускорение 0,9 м/с2. Какая сила сообщит этому телу ускорение 3 м/с2?

20. Тело массой 6 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 3 м/с2. Какое ускорение приобретает тело массой 12 кг под действием такой же силы?

21. Грузовой автомобиль массой 5 т начал движение с ускорением 0,4 м/с2. Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,3 м/с2?

22. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 70 т, если сила тяги двигателей 98 кН?

23. Масса легкового автомобиля равна 3 т, а грузового 9 т. Сравнить ускорения автомобилей, если сила тяги легкового автомобиля в 3 раза меньше, чем грузового.

24. Мяч, который весит 0,4 кг после удара, длящегося 0,03 с, приобретает скорость 8 м/с. Определить среднюю силу удара.

25. Реактивная система залпового огня 9К58 «Смерч» имеет длину направляющих балок 20 м, массу каждого снаряда 70 кг и силу реактивной тяги 39 кН. Определить скорость выхода снаряда из системы.

26. Порожнему прицепу тягач сообщает ускорение а1 = 0,6 м/с2, а груженому а2 = 0,2 м/с2. Какое ускорение сообщит тягач обоим прицепам, соединенным вместе? Силу тяги тягача считать во всех случаях одинаковой.

27. Под действием некоторой силы тележка, двигаясь из состояния покоя, прошла путь 60 см. Когда на тележку положили груз массой 100 г, то под действием той же силы за то же время тележка прошла из состояния покоя путь 30 см. Какова масса тележки?

28. На рисунке 12 представлен график зависимости проекции скорости от времени тела массой 3 кг. Найти проекцию силы Fx, действующей на тело на каждом этапе движения.



 Рис. 12

29. Что покажут динамометры (рис. 13), если верхний динамометр опустить так, чтобы груз объемом 0,3 дм3 оказался полностью погруженным в воду, но не касался дна сосуда?



 Рис.13

143. Заполнить таблицу, где а ускорение, которое приобретает тело массой m под действием силы F.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *а* | ? | ? | 0,4 м/с2 | 6 км/с2 | 0,3 м/с2 | 9 см/с2 |
| *m* | 12 кг | 6 кг | 400 кг | 18 г | ? | ? |
| *F* | 3 Н | 12 мН | ? | ? | 30 Н | 3 кН |

**Практическая работа № 7**

**Силы упругости. Гравитационные силы. Сила тяжести.**

1. Девочка и мальчик растягивают резиновый жгут, прикрепив к его концам динамометры. Когда жгут удлинился на 3 см, динамометры показывали силы по 25 Н каждый. Какова жесткость жгута? Каковы показания динамометров при растяжении жгута на 5 см?

2. Какие силы надо приложить к концам проволоки, жесткость которой 100 кН/м, чтобы растянуть ее на 1 мм?

3. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5 кН/м при поднятии вертикально вверх рыбы массой 200 г?

4. Спиральная цилиндрическая пружина передней подвески колес автомобиля «Ваз» имеет длину в свободном состоянии 460 мм и под действием силы 5,4 кН должна сжиматься до 330 мм. Пружина задней подвески колес имеет длину 640 мм и под действием силы 6,6 кН сжимается до 322 мм. Определить жесткость пружин.

5. Если две пружины, которые имеют разную длину, скрепить одними концами и растянуть за свободные концы руками. Пружина жесткостью 120 Н/м удлинилась на 6 см. Определить жесткость второй пружины, если ее удлинение равно 1,5 см?

6. Определить удлинение буксирного троса жесткостью 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2,5 т с ускорением 0,6 м/с2. Трением пренебречь.

7. Космический корабль массой 9 т приблизился к орбитальной космической станции массой 30 т на расстояние 200 м. Найти силу их взаимного притяжения.

8. Рассчитать порядок значения силы взаимного притяжения двух кораблей, удаленных друг от друга на 200 м, если масса каждого из них 12000 т.

9. Определить силу гравитационного взаимодействия Земли и Луны (см. Приложение таблица 12).

10. Во сколько раз уменьшится сила притяжения к Земле космического корабля при его удалении от поверхности Земли на расстояние, равное одному радиусу Земли? четырех радиусам Земли?

11. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 150 раз меньше, чем на поверхности Земли?

12. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 82 раз меньше массы Земли. В какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, тело будет притягиваться ими с одинаковой силой?

13. Два тела одинаковой массы, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга, притягиваются с силой F1. Какой станет сила притяжения F2, если, не изменяя расстояния между телами, половину массы первого тела перенести на второе?

14. На верхней смотровой площадке Останкинской телевизионной башни ускорение свободного падения на 0,2 см/с2 меньше, чем у ее основания. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на человека массой 78 кг, при подъеме его на верхнюю смотровую площадку?

15. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на самолет Ту-154 массой 90 т, при полете на высоте 15 км, где ускорение свободного падения равно 9,78 м/с2. Ускорение свободного падения на поверхности Земли считать равным 9,82 м/с2.

16. Космическая ракета при старте с поверхности Земли движется вертикально с ускорением 24 м/с2. Определить вес летчика-космонавта массой 85 кг в кабине при старте ракеты.

17. Лифт в торговом центре разгоняется до скорости 10 м/с в течение 10 с. Такое же время занимает и остановка лифта. На сколько изменяется вес человека массой 90 кг в начале и конце движения лифта?

18. Космический корабль совершает мягкую посадку на Луну, двигаясь замедленно в вертикальном направлении (относительно Луны) с постоянным ускорением 8,48 м/с2. Каков вес космонавта массой 68 кг, находящегося в этом корабле?

19. Определить вес девочки массой 25 кг в положениях А и В (рис. 14), если R1 = 18 м, υ1 = 8 м/с, R2 = 8 м, υ2 = 6 м/с.



 Рис. 14

20. С каким ускорением а1 надо поднимать гирю, чтобы ее вес увеличился в 1,5 раза? С каким ускорением а2 надо ее опускать, чтобы вес уменьшился в 1,5 раза?

21. Какую перегрузку испытывает парашютист, если при раскрытии парашюта скорость парашютиста уменьшается с 60 до 20 м/с за 1,5 с?

22. Самолет выходит из пикирования, описывая в вертикальной плоскости дугу окружности радиусом 700 м. Скорость самолета в нижней точке траектории 180 м/с. Какую перегрузку испытывает летчик в данной точке?

23. Как сравнить массы тел при свободном полете космического корабля, пользуясь рычажными весами? пружинными весами?

24. Можно ли в космическом корабле обрабатывать ударом «невесомый» материал «невесомым» молотком? Объяснить.

25. Почему тело, подброшенное на Луне, будет во время полета находиться в состоянии полной невесомости, а на Земле такое тело можно считать невесомым лишь приближенно?

26. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 30 м, чтобы пассажир на мгновение оказался в состоянии невесомости?

**Практическая работа № 8**

**Движение под действием силы тяжести.**

1. При свободном падении первое тело находилось в полете в 2 раза меньше времени, чем второе. Сравнить конечные скорости тел и их перемещения.

2. Спортсмен, спрыгнув с пятиметровой вышки, погрузился в воду на глубину 2,5 м. Сколько времени и с каким ускорением он двигался в воде?

3. Предмет свободно падает с высоты 80 м. Определить его перемещение в последнюю секунду падения?

4. Сколько времени падало тело, если за последние 3 с оно прошло 66 м?

5. Чему равно перемещение свободно падающего тела в первую секунду после начала падения?

6. Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 22 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1,2 с? На сколько дольше длилось бы падение камня с этой же высоты при отсутствии начальной скорости?

7. Одно тело свободно падает с высоты h1; одновременно с ним другое тело начинает движение с большей высоты h2. Какой должна быть начальная скорость υ0 второго тела, чтобы оба тела упали одновременно?

8. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 8 с. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

9. Во сколько раз меньше высота подъема тела, брошенного вертикально вверх на Земле, чем на Луне, при одинаковой начальной скорости?

10. Во сколько раз надо увеличить начальную скорость брошенного вертикально вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась в 3 раза?

11. Из точки, расположенной на достаточно большой высоте, одновременно брошены два тела с одинаковыми по модулю скоростями υ0 = 3 м/с: одно вертикально вверх, а другое вертикально вниз. Каким будет расстояние между телами через 2 с; 6 с; через промежуток времени, равный t?

12. При бросании мяча вертикально вверх девочка сообщает ему скорость, в 2 раза меньше, чем мальчик. Во сколько раз выше поднимется мяч, брошенный мальчиком?

13. Воланчик для бадминтона, выпущенный вертикально вверх со скоростью 8 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находилась цель и какова скорость воланчика при достижении цели?

14. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через какое время скорость тела (по модулю) будет в 3 раза меньше, чем в начале подъема?

15. Мяч был подброшен вертикально вверх трижды. Второй раз ему сообщили скорость, в 3 раза больше, чем в первый раз, а в третий в 2 больше, чем в первый. Во сколько раз выше поднимается мяч при втором и третьем бросании?

16. Предмет брошен вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Написать уравнение движения у = y(t). Найти, через какой промежуток времени тело будет на высоте: а) 12 м; б) 22 м; в) 27 м.

17. С балкона второго этажа, находящегося на высоте 6 м над поверхностью земли, бросили вертикально вверх мячик со скоростью 12 м/с. Записать формулу зависимости координаты от времени y(t), выбрав за начало отсчета: а) точку бросания; б) поверхность земли. Найти, через какое время мячик упадет на землю.

18. Тело брошено горизонтально с некоторой высоты с начальной скоростью 12 м/ с. Через какое время вектор скорости будет направлен под углом 60° к горизонту?

19. Ребенок выбросил горизонтально кубик из окна, находящегося на высоте 16 м. Сколько времени летел кубик до земли и с какой скоростью он был выброшен, если он упал на расстоянии 4 м от основания дома?

20. Как изменятся дальность и время полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если начальную скорость увеличить в 1,5 раза?

21. Как и во сколько раз надо изменить начальную скорость тела, брошенного горизонтально, чтобы при высоте, в 1,5 раза меньшей, получить прежнюю дальность полета?

22. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту Н = 1,2м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить горизонтально на высоте h = 58 см? Скорость вылета «снаряда» считать в обоих случаях одинаковой. При возможности выполните эту работу. Измерив Н и h, рассчитайте горизонтальную дальность полета s и проверьте результат на опыте.

23. Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 4 м, имея после разбега горизонтально направленную скорость, равную по модулю 4 м/с. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им воды?

24. В выбранной системе отсчета (рис. 15) указаны положение материальной точки А и ее скорость υ = 15 м/с при t = 0. Написать уравнения движения х = x(t) и у = y(t), а также уравнение траектории у = у(х), если ОА = 30 м. Решив полученные уравнения, определить: а) время полета тела; б) дальность полета.



 Рис. 15

25. Скорость брошенного тела в горизонтальном направлении равна υ = 15 м/с. Дальность полета тела равна высоте бросания. Определить высоту h, с которой брошено тело?

26. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 14 с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

27. Вратарь, выбивая мяч от ворот (с земли), сообщил ему скорость 24 м/с, направленную под углом 45° к горизонту. Найти время полета мяча, максимальную высоту подъема и дальность полета.

28. Найти высоту подъема и дальность полета сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 50 м/с под углом 50° к горизонту.

**Практическая работа № 9**

**Трение покоя. Коэффициент трения. Движение под действием силы трения.**

1. Положите на стол стальной предмет (гвоздь, болт, перо и т. д.). На достаточно большом расстоянии от него положите магнит и постепенно приближайте магнит к предмету. Почему, несмотря на то что сила притяжения по мере приближения магнита увеличивается, тело сначала остается в покое, а затем «рывком» притягивается к магниту?

2. На фуре перевозят контейнер по горизонтальной дороге. От чего зависит и как направлена сила трения покоя, действующая на контейнер, когда автомобиль: а) покоится; б) ускоряет движение; в) движется равномерно и прямолинейно; г) двигаясь равномерно, поворачивает; д) тормозит? Во всех случаях контейнер покоится относительно автомобиля.

3. На столике в вагоне поезда лежат коробка конфет, яблоко и банан. Почему в начале движения яблоко покатилось назад (относительно вагона), а коробка конфет и банан осталась на месте?

4. Определить с каким максимальным ускорением может двигаться достаточно мощный автомобиль, если коэффициент трения скольжения равен 0,2?

5. Состав, какой массы может привести в движение электровоз массой 220 т, если коэффициент трения скольжения колес о рельсы равен 0,3, а коэффициент сопротивления качению поезда равен 0,005?

6. Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой 0,6 кН. Определить, с какой массой сани с грузом могут перемещать упряжка, если коэффициент трения равен 0,15?

7. На соревнованиях лошадей тяжелоупряжных пород одна из них перевезла груз массой 25 т. Найти коэффициент сопротивления, если сила тяги лошади 2,5 кН.

8. Стальной магнит массой 60 г прилип к вертикальной стальной плите. Для скольжения магнита вниз прикладывают силу 2 Н. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу надо приложить, чтобы перемещать магнит вертикально вверх, если коэффициент трения равен 0,3?

9. Деревянный брусок массой 1,5 кг тянут по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жесткостью 120 Н/м. Коэффициент трения равен 0,2. Найти удлинение пружины.

10. Автомобиль движется со скоростью υ1 = 68 км/ч по направлению ветра, скорость которого относительно земли равна υ2 = 20 м/с. Во сколько раз увеличится сила сопротивления воздуха при движении автомобиля с той же скоростью против ветра? Считать, что сила сопротивления воздуха прямо пропорциональна квадрату относительной скорости.

11. Мальчик весом 50 кг, скатившись с горки на санках, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 16 м за 8 с. Найти коэффициент трения и силу трения.

12. Коэффициент трения при аварийном торможении равен 0,3.Через какое время после начала аварийного торможения остановится троллейбус, движущийся со скоростью 14 м/с, если?

13. Поместите на лист бумаги стакан с водой. Тяните лист по столу сначала плавно (с небольшим ускорением), затем рывком. Объясните результат опыта. С каким ускорением надо привести в движение лист, чтобы выдернуть его из-под стакана, если коэффициент трения (стекло по бумаге) равен 0,2? Изменится ли результат опыта, если стакан будет пустым?

14. В кузове автомобиля лежит груз. Когда автомобиль стал трогаться с места с ускорением 1,8 м/с2, груз оставался на месте (относительно автомобиля), а при торможении с ускорением 3 м/с2 груз скользил относительно кузова. В каких пределах заключено значение коэффициента трения?

15. Что должен сделать водитель машины, подъезжая к крутому повороту? Почему водитель должен быть особенно внимательным в сырую погоду, во время листопада или при гололеде?

16. На горизонтальной дороге автомобиль делает поворот радиусом 16 м. Какую наибольшую скорость может развить автомобиль, чтобы его не занесло, если коэффициент трения колес о дорогу равен 0,4? Во сколько раз изменится эта скорость зимой, когда коэффициент трения станет меньше в 4 раза?

17. Определить наименьший радиус дуги для поворота легкового автомобиля, движущегося по горизонтальной дороге со скоростью 44 км/ч, если коэффициент трения скольжения колес о дорогу 0,3.

18. Горизонтально расположенный диск проигрывателя вращается с частотой 80 об/мин. На него поместили небольшой предмет. Предельное расстояние от предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 6 см. Каков коэффициент трения между предметом и диском? При возможности определить этим способом коэффициент трения, поместив на диске проигрывателя ученическую резинку, спичку или монету.

**Тема 3: Законы сохранения**

**Практическая работа № 10**

**Импульс тела. Закон сохранения импульса.**

1. Определить импульс легкового автомобиля массой 1,2 т, движущегося со скоростью 50 м/с и грузового автомобиля массой 12 т, движущегося со скоростью 46 км/ч.

2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 180 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 10 г, летящей со скоростью 500 м/с?

3. Два тела одинакового объема – стальное и свинцовое – движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел.

4. Поезд массой 2200 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 38 до 76 км/ч. Найти изменение импульса поезда.

5. Шарик массой 120 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 12 м/с. Найти изменение импульса шара при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился 0,04 с, а упругий 0,02 с.

6. Футбольному мячу массой 500 г при выполнении пенальти сообщили скорость 28 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,035 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,05 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае.

7. Движение материальной точки описывается уравнением х = 6 - 12t + 8t2. Приняв ее массу равной 4 кг, найти импульс через 3 с и через 6 с после начала отсчета времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса.

8. Мяч массой 120 г, летевший со скоростью 15 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 50°. Найти изменение импульса мяча, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения.

9. Материальная точка массой 800 г равномерно движется по окружности со скоростью 8 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.

10. Два неупругих тела, массы которых 3 и 8 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 3 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара?

11. На вагонетку массой 45 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,3 м/с, насыпали сверху 300 кг щебня. На сколько, при этом уменьшилась или увеличилась скорость вагонетки?

12. Вагон массой 22 т, движущийся со скоростью 0,4 м/с, нагоняет вагон массой 33 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий?

13. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. С какой скоростью двигалась лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 160 кг, масса заряда 30 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 400 м/с.

14. С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом 60° к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна?

15. На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек пойдет по тележке со скоростью 1 м/с относительно тележки?

16. Бильярдный шар 1, движущийся со скоростью 15 м/с, ударился о покоящийся шар 2 такой же массы. После удара шары разошлись так, как показано на рисунке 16. Найти скорости шаров после удара.



 Рис. 16

**Практическая работа № 11**

**Механическая работа. Кинетическая и потенциальная энергия.**

1. Определить, какую работу совершает сила тяжести, действующая на дождевую каплю массой 22 мг, при ее падении с высоты 2,5 км?

2. Какую полезную работу совершает башенный кран, если кран поднимает в горизонтальном положении стальной предмет длиной 6 м и сечением 120 см2 на высоту 15 м.

3. Какую работу совершает человек при поднятии груза массой 2,5 кг на высоту 1 м с ускорением 4 м/с2?

4. В воде с глубины 4 м поднимают до поверхности камень объемом 0,8 м3. Плотность камня 2800 кг/м3. Определить работу по подъему камня.

5. Автомобиль массой 12,5 т движется под уклон по дороге, составляющей с горизонтом угол, равный 3°. Определить работу силы тяжести на пути 120 м.

6. Сравнить величину работы силы тяжести свободно падающего тела за первую и вторую половины времени падения.

7. Мальчик бросил мяч массой 120 г вертикально вверх и поймал его в точке бросания. Мяч достиг высоты 4 м. Определить работу силы тяжести при движении мяча: а) вверх; б) вниз; в) на всем пути.

8. Какую работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной 8 м поднять ведро с водой массой 10 кг на тросе, каждый метр которого имеет массу 500 г?

9. Под действием двух взаимно перпендикулярных сил 20 и 30 Н тело переместилось на 12 м. Найти работу каждой силы в отдельности и работу равнодействующей силы.

10. Сравнить их кинетические энергии, если скорость футбольного мяча в 4 раза меньше, а масса в 4 раза больше хоккейной шайбы.

11. Определить кинетическую энергию космического корабля «Союз» массой 7,6 т, движущегося по орбите со скоростью 6,8 км/с?

12. Скорость свободно падающего тела массой 3 кг на некотором пути увеличилась с 3 до 7 м/с. Определить работу силы тяжести на этом пути.

13. Масса легкового автомобиля в 5,5 раз меньше массы грузового автомобиля, а скорость самосвала в 16 раз больше скорости легкового автомобиля. Сравнить импульсы и кинетические энергии этих автомобилей.

14. Шарик массой m = 120 г, подвешенный на нити длиной l = 50 см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия Ек шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол α = 50°?

15. На какой высоте потенциальная энергия груза массой 1,5 т равна 9 кДж?

16. Какова потенциальная энергия ударной части монолитного молота массой 350 кг, поднятого на высоту 1,2 м?

17. На балкон третьего этажа, расположенный на высоте 8 м, бросили с поверхности земли предмет массой 300 г. Во время полета он достиг максимальной высоты 9 м от поверхности земли. Определить работу силы тяжести при полете предмета вверх, вниз и на всем пути. Найти результирующее изменение потенциальной энергии.

18. Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной 1,5 м и массой 150 кг поставить вертикально?

19. К концу сжатия пружины детского пружинного пистолета на 2 см приложенная к ней сила была равна 15 Н. Определить потенциальную энергию сжатой пружины.

20. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 35 кН/м на 0,7 см?

21. Для растяжения пружины на 5 мм необходимо совершить работу 0,03 Дж. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину на 3 см?

22. Сравнить работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 до 8 Н, от 8 до 15 Н, от 15 до 25 Н.

23. Жесткость пружины динамометра, рассчитанного на 30 Н, равна 300 Н/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?

24. На рисунке 17 приведен график зависимости удлинения пружины от растягивающей силы. Определить потенциальную энергию пружины, растянутой на 8 см. Указать физический смысл тангенса угла α и площади треугольника под участком 0А графика.



 Рис. 17

**Практическая работа № 12**

**Закон сохранения энергии.**

1. Тело массой 1 кг брошено вертикально вверх со скоростью 2 м/с. Определить работу силы тяжести, изменение потенциальной энергии и изменение кинетической энергии при подъеме тела до максимальной высоты.

2. Тело массой 300 г свободно падает с высоты 1,5 м. Определить кинетическую энергию тела в момент удара о землю.

3. Определить потенциальную энергию тела массой 120 г, брошенного вертикально вверх со скоростью 10 м/с, в высшей точке подъема.

4. Тело массой 2 кг, свободно падает с высоты 4 м. Определить потенциальную и кинетическую энергию тела на расстоянии 1,5 м от поверхности земли.

5. Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 60 г, выпущенной из лука со скоростью 20 м/с вертикально вверх, через 3 с после начала движения?

6. С какой начальной скоростью υ0 надо бросить вертикально вниз мяч с высоты Л, чтобы он после удара о землю подпрыгнул относительно начального уровня на высоту: a) Δh = 12 м; б) Δh = h? Считать удар абсолютно упругим.

7. Тело брошено со скоростью υ0 под углом к горизонту. Определить его скорость на высоте h.

8. Начальная скорость пули 500 м/с, ее масса 8 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 400 Дж?

9. Груз массой 20 кг висит на шнуре длиной 2 м. Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур не обрываясь, равна 550 Н. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался?

10. Маятник массой m отклонен на угол α от вертикали. Какова сила натяжения?

11. Предмет массой m вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в верхней точке меньше, чем в нижней точке?

12. При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 1 кН/м сжали на 4 см. Какую скорость приобретет «снаряд» массой 40 г при выстреле в горизонтальном направлении?

13. Во сколько раз изменится скорость «снаряда» пружинного пистолета при выстреле в горизонтальном направлении: а) при увеличении сжатия пружины в 3 раза; б) при замене пружины другой, жесткость которой в 3 раза больше; в) при увеличении массы «снаряда» в 3 раза? В каждом случае все остальные величины, от которых зависит скорость, остаются неизменными.

14. Найти скорость υ вылета «снаряда» пружинного пистолета массой m при выстреле вертикально вверх, если жесткость пружины равна k, а сжатие х. Одинаковую ли скорость приобретет «снаряд» при выстреле горизонтально и вертикально вверх?

15. Артист цирка массой 50 кг падает в натянутую сетку с высоты 5 м. С какой силой действует на артиста сетка, если она прогибается при этом на 1,5 м?

16. Рыболовная леска длиной 2 м имеет прочность на разрыв 24 Н и жесткость 2 кН/м. Один конец лески прикрепили к опоре, расположенной на берегу озера, высота больше 1 м, а к другому концу привязали груз массой 60 г. Груз подняли до точки подвеса и отпустили. Разорвется ли леска?

17. Ученик при помощи динамометра, жесткость пружины которого k = 120 Н/м, равномерно переместил деревянный брусок массой m = 600 г по доске на расстояние l = 15 см. Сравнить работу A1 по преодолению трения с работой А2 по растяжению пружины до начала движения бруска, если коэффициент трения μ = 0,2.

18. Троллейбус массой 12 т трогается с места с ускорением 1,6 м/с2. Найти работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 15 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,015. Какую кинетическую энергию приобрел троллейбус?

19. На рисунке 18 дан график зависимости проекции скорости автобуса массой 20 т от времени. Вычислить работу силы тяги, совершенную за 15 с, если коэффициент сопротивления равен 0,04. Каково изменение кинетической энергии автобуса?



 Рис. 18

20. Автомобиль массой 1,5 т затормозил и остановился, пройдя путь 40 м. Найти работу силы трения и изменение кинетической энергии автомобиля, если дорога горизонтальна, а коэффициент трения равен 0,3.

21. С какой скоростью двигался поезд массой 2000 т, если под действием силы сопротивления 200 кН он прошел с момента начала торможения до остановки путь 600 м?

22. Велосипедист, прекратив работать педалями, на горизонтальном участке пути длиной 40 м уменьшил свою скорость с 12 до 10 м/с. Определить коэффициент сопротивления. Сколько процентов кинетической энергии превратилось во внутреннюю?

23. С сортировочной горки скатываются два вагона — один нагруженный, другой порожний. Сравнить расстояния, которые пройдут вагоны по горизонтальному участку до остановки, если коэффициенты сопротивления для обоих вагонов одинаковы.

24. С горки высотой h = 3 м и основанием b = 6 м съезжают санки, которые останавливаются, пройдя горизонтальный путь s = 40 м от основания горки. Определить коэффициент трения, считая его одинаковым на всем пути.

25. Бензовоз массой 4 т подходит к подъему длиной 150 м и высотой 3 м со скоростью 20 м/с. В конце подъема его скорость уменьшилась до 10 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,08. Найти: а) изменение потенциальной энергии бензовоза; б) изменение кинетической энергии; в) работу силы сопротивления; г) работу силы тяги; д) силу тяги бензовоза.

25. Парашютист массой 75 кг отделился от неподвижно висящего вертолета и, пролетев до раскрытия парашюта 300 м, приобрел скорость 60 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха на этом пути.

26. Пуля массой 9 г вылетает из ствола пулемета со скоростью 800 м/с. Через 90 м скорость пули уменьшается до 700 м/с, а через 150 м — до 600 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха на первых и вторых ста метрах пути.

27. Самолет массой 3 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 60 м/с. Находясь на высоте 450 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе и достигает дорожки аэродрома со скоростью 40 м/с. Определить работу силы сопротивления воздуха во время планирующего полета.

28. Санки с мальчиком общей массой 40 кг съезжают с горы высотой 6 м и длиной 80 м. Определить среднюю силу сопротивления движению санок, если в конце горы они развили скорость 15 м/с, а начальная скорость равна нулю?

**Практическая работа № 13**

**Мощность. КПД. Движение жидкостей и газов.**

1. Сила тяги сверхзвукового самолета при скорости полета 3340 км/ч равна 420 кН. Определить мощность двигателей самолета в этом режиме полета.

2. При подъеме санок на гору за 16 секунд была совершена работа, равная 600 Дж. Какая мощность была при этом развита?

3. Под действием постоянной силы 4 Н брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Сила развивает мощность 10 Вт. Определить скорость бруска?

4. При скорости полета 1200 км/ч все четыре двигателя самолета Ил-76 развивают мощность 60 МВт. Найти силу тяги одного двигателя в этом режиме работы.

5. Камень шлифовального станка имеет на рабочей поверхности скорость 40 м/с. Деталь при обработке прижимается к камню с силой 120 Н, коэффициент трения 0,3. Какова механическая мощность двигателя станка? Потери в механизме привода не учитывать.

6. Поезд массой 2000 т движется на подъем, равный 0,005, со скоростью 20 м/с при коэффициенте сопротивления 0,004. Какова полезная мощность поезда?

7. Определить среднюю полезную мощность при разбеге самолета, предназначенного для работ в лесном хозяйстве. Масса самолета 1,2 т, длина разбега 400 м, взлетная скорость 40 м/с, коэффициент сопротивления 0,04.

8. Троллейбус массой 14 т подходит к подъему высотой 14 м и длиной 220 м со скоростью 15 м/с. Определить среднюю мощность при подъеме, если конечная скорость троллейбуса равна 6 м/с, а коэффициент сопротивления 0,02.

9. При скорости 20 км/ч мощность, развиваемая двигателем автомобиля, равна 2 кВт. Считая, что модуль силы сопротивления пропорционален квадрату скорости, определите мощность, развиваемую двигателем при скорости 50 км/ч.

10. Какую наименьшую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° на высоту 3 м поднять груз, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением? Масса груза 420 кг, коэффициент трения 0,33. Каков при этом КПД?

11. Найти КПД наклонной плоскости длиной 1,5 м и высотой 0,7 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0,2.

12. Рассчитать КПД гидроэлектростанции, если расход воды (ежесекундное изменение объема) равен 8 м3/с, напор воды (разность уровней воды по обе стороны плотины) 25 м, а мощность станции 1300 л. с. (1 л. с. = 736 Вт).

13. При равномерном перемещении груза массой 15 кг по наклонной плоскости динамометр, привязанный к грузу, показал силу 50 Н. Определить КПД наклонной плоскости, если ее длина 3 м, а высота 30 см.

14. С какой скоростью понижается уровень воды в баке, площадь сечения которого 1м2, если скорость течения воды в отводящей трубе сечением 25 см2 равна 4 м/с? Каков расход воды в баке?

15. Скорость течения воды в широкой части трубы 15 см/с. Определить скорость ее течения в узкой части, диаметр которой в 3 раза меньше диаметра широкой части?

16. Почему две баржи, проплывающие в одном направлении близко друг к другу, могут столкнуться?

17. В водопроводной трубе образовалось отверстие сечением 5 мм2, из которого бьет вертикально вверх струя воды, поднимаясь на высоту 100 см. Какова утечка воды за сутки?

18. Если через трубу А (рис. 19) продувать воздух, то при некоторой скорости его движения по трубке В будет подниматься вода, захватываться струей воздуха и распыляться, а из трубки С воздух будет выходить пузырьками. Объяснить явление.



 Рис. 19

**Тема 4: Основы молекулярно-кинетической теории**

**Практическая работа № 14**

# Количество вещества. Постоянная Авогадро. Масса и размеры молекул. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

1. Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 6 кг?

2. Какова масса 400 моль углекислого газа?

3. Какой объем занимают 120 моль ртути?

4. Сравнить массы и объемы двух тел, сделанных соответственно из свинца и олова, если в них содержатся равные количества вещества.

5. Какой объем займет водород, содержащий такое же количество вещества, какое содержится в азоте объемом 3 м3? Какой объем займет кислород, содержащий такое же количество вещества? Температура и давление газов равны.

6. Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

7. Найти число атомов в алюминиевом предмете массой 155 г.

8. На изделие, поверхность которого 25 см2, нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

9. Зная постоянную Авогадро NА, плотность ρ данного вещества и его молярную массу М, вывести формулы для расчета числа молекул в единице массы данного вещества; в единице объема; в теле массой m; в теле объемом V.

10. Предельно допустимая концентрация молекул паров ртути (Hg) в воздухе равна 2 • 101 м-3, а ядовитого газа хлора (Сl2) – 9 • 1016 м-3. Определить, при какой массе каждого из веществ в одном кубическом метре воздуха появляется опасность отравления. Почему надо быть очень осторожным при обращении со ртутью?

11. Считая, что диаметр молекул водорода составляет около 2,3 • 10-10 м, подсчитать, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в 1 мг этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу. Сопоставить длину этой нити со средним расстоянием от Земли до Луны.

12. Находившаяся в стакане вода массой 250 г полностью испарилась за 22 сут. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 2 с?

13. В озеро, имеющее среднюю глубину 12 м и площадь поверхности 25 км2, бросили кристаллик поваренной соли массой 0,02 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды объемом 3 см3, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всем объеме воды озера?

14. Кристалл поваренной соли имеет кубическую форму и состоит из чередующихся ионов Na и Сl. Определить среднее расстояние d между их центрами, если плотность соли ρ = 1800 кг/м3.

18. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 3 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?

19. Сравнить давления кислорода и водорода при одинаковых концентрациях молекул и равных средних квадратичных скоростях их движения.

20. Средняя скорость движения молекул осталась неизменной. Во сколько раз изменится давление газа при уменьшении его объема в 2 раза?

21. Каково давление газа, если средняя квадратичная скорость его молекул 400 м/с, а его плотность 1,6 кг/м3?

22. Какова средняя квадратичная скорость движения молекул газа, если, имея массу 5 кг, он занимает объем 4 м3 при давлении 150 кПа?

23. Определить концентрацию молекул кислорода, если при давлении 0,4 МПа средняя квадратичная скорость его молекул равна 1200 м/с.

24. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа при давлении 30 кПа. Концентрация молекул этого газа при указанном давлении составляет 4 • 1025 м-3.

25. Во сколько раз изменится давление одноатомного газа в результате уменьшения его объема в 2 раза и увеличения средней кинетической энергии молекул в 1,5 раза?

**Практическая работа № 15**

# Уравнения состояния идеального газа

1. Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 300 кПа и температуре 250 К его объем равен 50 л?

2. Каково давление сжатого воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 15 л при температуре 10 °С, если масса этого воздуха 1,5 кг?

3. В баллоне вместимостью 30 л находится смесь газов, состоящая из аргона (Аr) массой 30 г и гелия (Не) массой 3 г при температуре 340 К. Найти давление смеси газов на стенки сосуда.

4. Определить массу природного горючего газа объемом 66 м3, считая, что объем указан при нормальных условиях. Молярную массу природного горючего газа считать равной молярной массе метана (СН4).

5. Воздух объемом 1,5 м3, находящийся при температуре 25 °С и давлении 150 кПа, перевели в жидкое состояние. Какой объем займет жидкий воздух, если его плотность 850 кг/м3?

6. В одинаковых баллонах при одинаковой температуре находятся водород (Н2) и углекислый газ (СO2). Массы газов одинаковы. Какой из газов производит большее давление на стенки баллона и во сколько раз?

7. В баллоне находится газ при температуре 20 °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 10 °С?

8. Во сколько раз отличается плотность метана (СН4) от плотности кислорода (O2) при одинаковых условиях?

9. Зная плотность воздуха при нормальных условиях, найти молярную массу воздуха.

10. На поверхности Венеры температура и атмосферное давление соответственно равны 750 К и 9120 кПа. Найти плотность атмосферы у поверхности планеты, считая, что она состоит из углекислого газа.

11. Какова при нормальных условиях плотность смеси газов, состоящей из азота (N2) массой 58 г и углекислого газа (СO2) массой 46 г?

12. В комнате площадью S = 24 м2 и высотой h = 3 м температура воздуха повысилась с T1 = 278 К до Т2 = 288 К. Давление постоянно и равно р = 120 кПа. На какую величину Δm уменьшилась масса воздуха в комнате?

13. Шар объемом V = 0,2 м3, сделанный из тонкой бумаги, наполняют горячим воздухом, имеющим температуру Т2 = 440 К. Температура окружающего воздуха Т1 = 390 К. Давление воздуха р внутри шара и атмосферное давление одинаковы и равны 150 кПа. При каком значении массы m бумажной оболочки шар будет подниматься?

14. Газ при давлении 0,2 МПа и температуре 20 °С имеет объем 6 л. Чему равен объем газа этой массы при нормальных условиях?

15. Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 60 до 260 °С, а объем уменьшается с 0,85 до 0,15 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

16. Метан подают по газопроводу при давлении 405,2 кПа и температуре 300 К, причем через поперечное сечение трубы площадью 8 см2 за 20 мин проходит 8,4 кг газа. Определить скорость протекания газа по трубе.

17. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля температура воздуха в начале такта сжатия была 60 °С. Определить температуру воздуха в конце такта, если его объем уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 40 раз.

18. При повышении абсолютной температуры идеального газа в 1,5 раза давление газа увеличилось на 20%. Во сколько раз при этом изменился объем?

19. Резиновую лодку надули при температуре 8 °С до рабочего давления 110 кПа. Имеется ли опасность разрыва лодки при повышении температуры до 38 °С, если предельно допустимое давление 112 кПа и увеличение объема не должно превышать 3%? Что надо сделать для предотвращения опасности разрыва?

20. При уменьшении объема газа в 1,5 раза давление увеличилось на 100 кПа и абсолютная температура возросла на 10%. Каким было первоначальное давление?

**Практическая работа № 16**

**Изопроцессы.**

1. Во сколько раз изменится давление воздуха в цилиндре (рис. 20), если поршень переместить на l/3: а) влево; б) вправо?



 Рис. 20

2. При сжатии газа его объем уменьшился с 10 до 6 л, а давление повысилось на 50 кПа. Определить первоначальное давление.

3. При увеличении давления в 2 раза объем газа уменьшился на 40 мл. Определить первоначальный объем.

4. Во фляжке вместимостью 0,6 л находится 0,4 л воды. Путешественник пьет из нее воду, плотно прижав губы к горлышку так, что во фляжку не попадает наружный воздух. Сколько воды удастся выпить ему, если он может понизить давление оставшегося во фляжке воздуха до 70 кПа?

5. На глубине 6 м пузырь воздуха имел объем 10 мм3. Он всплывает со дна озера. Определить объем пузырька у поверхности воды.

6. Компрессор засасывает из атмосферы каждую секунду 2 л воздуха, которые подаются в баллон емкостью 40 л. Через какое время давление в баллоне будет превышать атмосферное в 8 раз? Начальное давление в баллоне равно атмосферному.

7. Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части невесомым поршнем, скользящим без трения. При застопоренном поршне обе половины заполнены газом, причем в одной из них давление в n раз больше, чем в другой. На сколько передвинется поршень, если снять стопор?

8. Запаянную с одного конца трубку опустили открытым концом в сосуд с ртутью (рис. 21). При этом ртуть в трубке поднялась на 5 см выше ее уровня в сосуде и высота столба воздуха над ртутью оказалась равной 40 см. Атмосферное давление было 75 см рт. ст. На следующий день оказалось, что уровень ртути в трубке повысился на 1 см. Каким было атмосферное давление на следующий день? Диаметр сосуда много больше диаметра трубки.



 Рис. 20

9. Какова плотность сжатого воздуха при температуре О °С в камере колеса автомобиля, если он находится под давлением 0,2 МПа (избыточным над атмосферным)?

10. Какой объем займет газ при температуре 80 °С, если при температуре 25 °С его объем был 5 л?

11. При увеличении абсолютной температуры в 1,5 раза объем газа увеличился на 30 см3. Определить первоначальный объем газа.

12. Какова была начальная температура воздуха, если при нагревании его на 2 К объем увеличился на 1,5% от первоначального?

13. Какова зависимость между плотностью газа и абсолютной температурой при изобарном процессе?

14. До какой температуры при нормальном атмосферном давлении надо нагреть кислород, чтобы его плотность стала равна плотности азота при нормальных условиях?

15. Почему аэростаты окрашивают в серебристый цвет?

16. Возьмите стакан (лучше тонкостенный) и поместите его в горячую воду. Вытащите его из воды и опрокиньте вверх дном на клеенку стола, слегка придавив. Через несколько минут попробуйте снять стакан с клеенки. Почему это трудно сделать?

17. При температуре 26 °С давление газа в закрытом сосуде было 65 кПа. Каким будет давление при температуре -12 °С?

18. В нерабочем состоянии при температуре 8 °С давление газа в колбе газополной электрической лампы накаливания равно 80 кПа. Найти температуру газа в горящей лампе, если давление в рабочем режиме возрастает до 120 кПа.

19. Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения 3 см2. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, 12 Н? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление одинаковы и равны 100 кПа, а начальная температура равна -2 °С.

20. На рисунке 21 представлены две изохоры для газа одной и той же массы. Как относятся объемы газа, если углы наклона изохор к оси абсцисс равны α1 и α2?



 Рис. 21

24. По графику, приведенному на рисунке 22, определить, как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2.



 Рис. 22

25. На рисунке 23 представлен замкнутый цикл. Участок CD соответствует изотерме. Вычертить эту диаграмму в координатах р, Т и V, Т.



 Рис. 23

**Практическая работа № 17**

**Механические свойства твердых тел.**

1. Кубик, вырезанный из монокристалла, нагреваясь, может превратиться в параллелепипед. Почему это возможно?

2. Если тело обладает анизотропией, означает ли это, что оно является кристаллическим?

3. Почему предел упругости при сжатии больше предела упругости при растяжении?

4. Какого вида деформации испытывают: а) ножка скамейки; б) сиденье скамейки; в) натянутая струна гитары; г) винт мясорубки; д) сверло; е) зубья пилы?

5. Какого вида деформации возникают в стержне, на котором крепятся дверные петли?

6. Какого вида деформации возникают в перекладине, когда гимнаст делает полный оборот («солнце»)?

7. Для чего рама велосипеда делается из полых трубок, а не из сплошных стержней?

8. К закрепленной одним концом проволоке диаметром 3 мм подвешен груз массой 15 кг. Определить механическое напряжение в проволоке.

9. Две проволоки, диаметры которых отличаются в 2 раза, подвержены действию одинаковых растягивающих сил. Сравнить возникающие в них напряжения.

10. Балка длиной 4 м с площадью поперечного сечения 80 см2 под действием сил по 8 кН, приложенных к ее концам, сжалась на 0,8 см. Определить относительное сжатие и механическое напряжение.

11. При растяжении алюминиевой проволоки длиной 3 м в ней возникло механическое напряжение 45 МПа. Определить относительное и абсолютное удлинения.

12. Найти механическое напряжение, возникающее в стальном тросе при его относительном удлинении 0,001.

13. Во сколько раз абсолютное удлинение латунной проволоки больше, чем стальной (такой же длины и такого же поперечного сечения), при действии на них одинаковых растягивающих сил?

14. К концам стальной проволоки длиной 2 м и сечением 1,5 мм2 приложены растягивающие силы по 180 Н каждая. Определить абсолютное и относительное удлинения.

15. На рисунке 24 представлен график зависимости упругого напряжения, возникающего в бетонной свае, от ее относительного сжатия. Найти модуль упругости бетона.



 Рис. 24

16. Какие силы надо приложить к концам стальной проволоки длиной 5 м и сечением 0,8 мм2 для удлинения ее на 4 мм?

17. К проволоке был подвешен груз. Затем согнули пополам и подвесили тот же груз. Сравнить абсолютное и относительное удлинения проволоки в обоих случаях.

18. Во сколько раз изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой — из того же материала, но имеющей вдвое большую длину и в 2 раза больший диаметр?

19. Диаметр капроновой рыболовной лесы 0,14 мм, а разрывная нагрузка 8 Н. Определить предел прочности на разрыв данного сорта капрона.

20. Из скольких стальных проволок диаметром 3 мм должен состоять трос, рассчитанный на подъем груза массой 3 т?

21. При какой наименьшей длине h свинцовая проволока, подвешенная за один конец, разорвется от собственного веса?

22. Проволока с висящим на ней грузом массой m1 имеет длину l1, а при увеличении массы груза до m2 длина становится l2. Найти длину проволоки l0 без нагрузки.

**Тема 5: Основы термодинамики.**

**Практическая работа № 18**

**Первый закон термодинамики. Изменение внутренней энергии тел в процессе теплопередачи.**

1. Идеальный газ в количестве 4 моль изобарически нагревают при давлении 3р так, что его объем увеличивается в 3 раза. Затем газ изохорически охлаждают до давления р, после чего изобарически сжимают до первоначального объема и изохорически нагревают до начальной температуры Т1 = 280 К. Изобразить циклический процесс в координатах p, V и определить работу газа в этом процессе.

2. Какую работу А совершает газ, количество вещества которого ν, при изобарном повышении температуры на ΔТ? (Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.)

3. В двух цилиндрах под подвижным поршнем находятся водород и кислород. Сравнить работы, которые совершают эти газы при изобарном нагревании, если их массы, а также начальные и конечные температуры равны.

4. Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20 К? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?

5. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 600 моль, на 400 К ему сообщили количество теплоты 10,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.

6. Удельная теплоемкость азота, когда его нагревают при постоянном давлении, равна 1,05 кДж/(кг • К), а при постоянном объеме — 0,75 кДж/(кг • К). Почему эти величины имеют разные значения? Какая совершается работа при изобарном нагревании азота массой 1 кг на 1 К?

10. Объем кислорода массой 160 г, температура которого 27 °С, при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.

11. Во сколько раз количество теплоты, которое идет на нагревание газа при постоянном давлении, больше работы, совершаемой газом при расширении? Удельная теплоемкость газа при постоянном давлении ср, молярная масса М.

12. Какое количество теплоты Q надо сообщить одноатомному газу, количество вещества которого ν, для изобарного нагревания на ΔТ? Полученный результат можно использовать при решении последующих задач.

13. Какая часть количества теплоты, сообщенного одноатомному газу в изобарном процессе, идет на увеличение внутренней энергии и какая часть — на совершение работы?

14. Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?

15. На рисунке 25 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты. Какова начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг?



 Рис. 25

16. В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 250 г масла при 12 °С. После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100 °С установилась общая температура 33 °С. Какова, по данным опыта, удельная теплоемкость масла?

17. Для приготовления ванны вместимостью 200 л смешали холодную воду при 10 °С с горячей при 60 °С. Какие объемы той и другой воды надо взять, чтобы температура установилась 40 °С?

18. После опускания в воду, имеющую температуру 10 °С, тела, нагретого до 100 °С, через некоторое время установилась общая температура 40 °С. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до 100 °С?

19. Бытовой газовый водонагреватель проточного типа имеет полезную мощность 21 кВт и КПД 80%. Сколько времени будет наполняться ванна вместимостью 200 л водой, нагретой в нагревателе на 24 °С, и каков расход газа (в литрах) за это время? При сгорании 1 м3 природного газа выделяется энергия 36 МДж.

20. Вычислить КПД газовой горелки, если на нагревание чайника с 3 л воды от 10 °С до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоемкость чайника 100 Дж/К, теплота сгорания газа 36 МДж/м3.

21. В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15 °С, впускают 200 г водяного пара при 100 °С. Какая общая температура установится в сосуде после конденсации пара?

22. Колбу с 600 г воды при 10 °С нагревают на спиртовке с КПД 35%. Через какое время вода закипит? Сколько воды ежесекундно обращается в пар при кипении, если в 1 мин сгорает 2 г спирта? Теплоемкость колбы 100 Дж/К.

**Тема 6: Электродинамика**

**Практическая работа № 19**

**Закон Кулона. Напряженность поля.**

1. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

2. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

3. Одинаковые шарики массой по 0,2 г подвешены на нити так, как показано на рисунке 72. Расстояние между шариками ВС = 3 см. Найти силу натяжения нити на участках АВ и ВС, если шарикам сообщили одинаковые по модулю заряды по 10 нКл. Рассмотреть случаи: а) заряды одноименные; б) заряды разноименные.

4. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.

5. На нерастяжимой нити висит шарик массой 100 г, имеющий заряд 20 мкКл. Как необходимо зарядить второй шарик, который подносят снизу к первому шарику на расстояние 30 см, чтобы сила натяжения: уменьшилась вдвое; рассмотреть случай невесомости; увеличилась в 4 раза?

6. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?

7. Одинаковые металлические шарики, заряженные одноименно зарядами q и 4q, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние х надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

8. Заряды 10 и 16 нКл расположены на расстоянии 7 мм друг от друга. Какая сила будет действовать на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 3 мм от меньшего заряда и на 4 мм от большего?

9. Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?

10. В вершинах правильного шестиугольника со стороной а помещены друг за другом заряды +q, +q, +q, -q, -q, -q. Найти силу, действующую на заряд +qy который находится в центре шестиугольника.

11. Заряды 40 и -10 нКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Какой надо взять третий заряд и где следует его поместить, чтобы равнодействующая сил, действующих на него со стороны двух других зарядов, была бы равна нулю?

12. Два заряда по 25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 24 см друг от друга, образуют электростатическое поле. С какой силой это поле действует на заряд 2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 15 см от каждого из зарядов, если заряды, образующие поле, одноименные? разноименные?

13. На двух одинаковых по длине нитях, закрепленных в одной точке, подвешены два шарика. Сравнить углы отклонений нитей от вертикали, если: а) шарики, имея одинаковые массы, заряжены одноименно и заряд первого шарика больше заряда второго; б) заряды шаров одинаковы, а масса первого больше массы второго.

14. На нитях длиной 1 м, закрепленных в одной точке, подвешены два одинаковых шарика массой 2,7 г каждый. Когда шарикам сообщили одинаковые одноименные заряды, они разошлись и нити образовали угол 60°. Найти заряд каждого шарика.

15. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.

16. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м?

17. С каким ускорением движется электрон в поле напряженностью 10 кВ/м?

18. Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точках, удаленных от заряда на 9 и 18 см.

19. Заряды по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 5 см от каждого из зарядов. Решить эту задачу для случаев: а) оба заряда положительные; б) один заряд положительный, а другой отрицательный.

20. Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии а друг от друга. В какой точке пространства напряженность поля равна нулю, если заряды: а) одноименные; б) разноименные?

21. В однородном поле напряженностью 40 кВ/м находится заряд 27 нКл. Найти напряженность результирующего поля на расстоянии 9 см от заряда в точках, лежащих: а) на силовой линии однородного поля, проходящей через заряд; б) на прямой, проходящей через заряд и перпендикулярной силовым линиям.

22. При внесении заряженного металлического шарика, подвешенного на изолирующей нити, в однородное электрическое поле нить образовала с вертикалью угол 45°. На сколько уменьшится угол отклонения нити при стекании с шарика 1/10 доли его заряда? Линии напряженности поля направлены горизонтально.

23. В вершинах равностороннего треугольника со стороной а находятся заряды +q, +q и -q. Найти напряженность поля Е в центре треугольника.

**Практическая работа № 20**

**Энергия заряженного тела в электрическом теле. Связь между напряженностью и напряжением.**

1. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 20 нКл из точки с потенциалом 700 В в точку с потенциалом 200 В? из точки с потенциалом -100 В в точку с потенциалом 400 В?

2. В однородном электрическом поле напряженностью 1 кВ/м переместили заряд -25 нКл в направлении силовой линии на 2 см. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда и напряжение между начальной и конечной точками перемещения.

3. При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 1 кВ электрическое поле совершило работу 40 мкДж. Чему равен заряд?

4. В однородном электрическом поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нКл. Перемещение, равное по модулю 20 см, образует угол 60° с направлением силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля и напряжение между начальной и конечной точками перемещения. Дать ответы на те же вопросы для случая перемещения отрицательного заряда.

5. Электрон переместился в ускоряющем электрическом поле из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найти кинетическую энергию электрона, изменение его потенциальной энергии и приобретенную скорость. Начальную скорость электрона считать равной нулю.

6. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд 5 мкКл из бесконечности в точку поля, удаленную от центра заряженного шара на 18 см. Заряд шара 20 мкКл.

7. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10 до 30 Мм/с?

8. α-Частица (m = 6,7 • 10-27 кг, q = 3,2 • 10-19 Кл) вылетает из ядра радия со скоростью υ = 20 Мм/с и попадает в тормозящее однородное электрическое поле, линии напряженности которого направлены противоположно направлению движения частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки?

9. Сравнить кинетические энергии и приобретенные скорости протона и α-частицы, которые прошли одинаковые ускоряющие разности потенциалов. Масса α-частицы в 4 раза больше массы протона, а заряд — в 2 раза больше.

10. Напряжение между двумя точками, лежащими на одной линии напряженности однородного электрического поля, равно 2 кВ. Расстояние между этими точками 10 см. Какова напряженность поля?

11. Точка А лежит на линии напряженности однородного поля, напряженность которого 60 кВ/м. Найти разность потенциалов между этой точкой и точкой В, расположенной в 10 см от точки А. Рассмотреть случаи, когда точки А и В лежат: а) на одной линии напряженности; б) на прямой, перпендикулярной линии напряженности; в) на прямой, направленной под углом 45° к линиям напряженности.

12. Найти напряжение между точками А и В (рис. 26), если АВ = 8 см, α = 30° и напряженность поля Е = 50 кВ/м.



 Рис. 26

13. Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии 4,8 мм друг от друга, находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла массой 10 нг. Сколько «избыточных» электронов имеет капелька, если на пластины подано напряжение 1 кВ?

14. На пластинах А и В, расположенных параллельно на расстоянии 8 см друг от друга, поддерживаются потенциалы +60 и -60 В соответственно. Между ними поместили заземленную пластину С на расстоянии 2 см от пластины А. На сколько изменилась напряженность поля на участках АС и СВ? Построить графики зависимостей φ(x) и Ех(х), расположив ось X так же, как в предыдущей задаче.

**Тема 7: Законы постоянного тока**

**Практическая работа № 21.**

**Закон Ома для участка цепи и его следствия. Работа и мощность тока. Закон Ома для полной цепи.**

1. Можно ли включить в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано: а) 30 Ом, 5 А; б) 2000 Ом, 0,2 А?

2. Какова напряженность поля в алюминиевом проводнике сечением 1,4 мм2 при силе тока 1 А?

3. Участок цепи состоит из стальной проволоки длиной 2 м и площадью поперечного сечения 0,48 мм2, соединенной последовательно с никелиновой проволокой длиной 1 м и площадью поперечного сечения 0,21 мм2. Какое напряжение надо подвести к участку, чтобы получить силу тока 0,6 А?

4. Цепь состоит из трех последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику напряжением 24 В. Сопротивление первого проводника 4 Ом, второго 6 Ом, и напряжение на концах третьего проводника 4 В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника и напряжения на концах первого и второго проводников.

5. Электрическую лампу сопротивлением 240 Ом, рассчитанную на напряжение 120 В, надо питать от сети напряжением 220 В. Какой длины нихромовый проводник с площадью поперечного сечения 0,55 мм2 надо включить последовательно с лампой?

6. Определяя сопротивление лампочки карманного фонаря, учащийся ошибочно составил цепь, схема которой представлена на рисунке 27. Описать режим работы этой цепи и указать, какими приблизительно будут показания приборов, если напряжение на полюсах источника тока 2 В.

 

 Рис. 27

7. Гальванометр имеет сопротивление 200 Ом, и при силе тока 100 мкА стрелка отклоняется на всю шкалу. Резистор какого сопротивления надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до 2 В? Шунт какого сопротивления надо подключить к этому гальванометру, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для измерения силы тока до 10 мА?

8. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?

9. Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

10. Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0,3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5,4 В. Резистор какого сопротивления надо включить последовательно лампам?

11. Резисторы сопротивлениями R1 = 1 Ом, R2 = 2 Ом, R3 = 3 Ом, R4 = 4 Ом (рис. 28) подключены к источнику тока в точках: а) АВ; б) АС; в) AD; г) ВС; д) BD; е) CD. Найти общее сопротивление цепи при каждом способе включения.



 Рис. 28

12. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки R1 = 360 Ом, второй R2 = 240 Ом. Какая из лампочек потребляет большую мощность и во сколько раз?

13. Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением по 0,5 кОм, рассчитанных каждая на напряжение 120 В, питаются через реостат от сети напряжением 220 В. Какова мощность электрического тока в реостате?

14. Найти силу токов и напряжения в цепи (рис. 29), если амперметр показывает 2 А, а сопротивление резисторов R1 = 2 Ом, R2 = 10 Ом, R3 = 15 Ом, R4 = 4 Ом.



 Рис. 29

15. В бытовой электроплитке, рассчитанной на напряжение 220 В, имеются две спирали, сопротивление каждой из которых равно 80,7 Ом. С помощью переключателя в сеть можно включить одну спираль, две спирали последовательно или две спирали параллельно. Найти мощность в каждом случае.

16. Почему спирали электронагревательных приборов делают из материала с большим удельным сопротивлением?

17. Электромотор питается от сети с напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.

18. Какой длины надо взять никелиновую проволоку площадью поперечного сечения 0,84 мм2, чтобы изготовить нагреватель на 220 В, при помощи которого можно было бы нагреть 2 л воды от 20 °С до кипения за 10 мин при КПД 80% ?

19. Электрокипятильник со спиралью сопротивлением R = 160 Ом поместили в сосуд, содержащий воду массой 0,5 кг при 20 °С, и включили в сеть напряжением 220 В. Какая масса воды выкипит за 20 мин, если КПД кипятильника 80% ?

20. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 16 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 8 Ом сила тока стала 1,8 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. При возможности выполните работу экспериментально, используя два резистора, сопротивления которых известны, и амперметр.

21. Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт.

22. Вольтметр, подключенный к зажимам источника тока, показал 6 В. Когда к тем же зажимам подключили резистор, вольтметр стал показывать 3 В. Что покажет вольтметр, если вместо одного подключить два таких же резистора, соединенных последовательно? параллельно?

23. От генератора с ЭДС 40 В и внутренним сопротивлением 0,04 Ом ток поступает по медному кабелю площадью поперечного сечения 170 мм2 к месту электросварки, удаленному от генератора на 50 м. Найти напряжение на зажимах генератора и на сварочном аппарате, если сила тока в цепи равна 200 А. Какова мощность сварочной дуги?

24. Генератор питает 50 ламп сопротивлением 300 Ом каждая, соединенных параллельно. Напряжение на зажимах генератора 128 В, его внутреннее сопротивление 0,1 Ом, а сопротивление подводящей линии 0,4 Ом. Найти силу тока в линии, ЭДС генератора, напряжение на лампах, полезную мощность, потерю мощности на внутреннем сопротивлении генератора и на подводящих проводах.

25. От генератора с ЭДС 250 В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом необходимо протянуть к потребителю двухпроводную линию длиной 100 м. Какая масса алюминия пойдет на изготовление подводящих проводов, если максимальная мощность потребителя 22 кВт и он рассчитан на напряжение 220 В?

26. Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.

**Тема 8: Магнитное поле**

**Практическая работа № 22**

**Магнитное поле тока. Закон Ампера. Сила Лоренца.**

1. Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью 1 см2, находящуюся в магнитном поле, равен 2 мкН • м. Сила тока в рамке 0,5 А. Найти индукцию магнитного поля.

2. Рамка площадью 400 см2 помещена в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл так, что нормаль к рамке перпендикулярна линиям индукции. При какой силе тока на рамку будет действовать вращающий момент 20 мН • м?

3. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

4. В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре с током, как показано на рисунке 30?



 Рис. 30

5. Из проволоки длиной 8 см сделаны контуры: а) квадратный; б) круговой. Пайти максимальный вращающий момент, действующий на каждый контур, помещенный в магнитное поле индукцией 0,2 Тл при силе тока в контуре 4 А.

6. Магнитный поток внутри контура, площадь поперечного сечения которого 60 см2, равен 0,3 мВб. Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным и перпендикулярным плоскости проводника.

7. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см2 при индукции поля 0,4 Тл, если эта поверхность: а) перпендикулярна вектору индукции поля; б) расположена под углом 45° к вектору индукции; в) расположена под углом 30° к вектору индукции?

8. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

9. С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

10. Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной 20 см и массой 4 г равна 10 А. Найти индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесилась силой Ампера.

11. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

12. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

13. В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

14. Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

15. В однородное магнитное поле индукцией В = 10 мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией WK = 30 кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле?

**Тема 9: Электрический ток.**

**Практическая работа № 22**

**Электрический ток в металлах, полупроводниках, растворах электролитов, газах.**

1. Сила тока в лампочке карманного фонаря 0,32 А. Сколько электронов проходит через поперечное сечение нити накала за 0,1 с?

2. Найти скорость упорядоченного движения электронов в проводе площадью поперечного сечения 5 мм2 при силе тока 10 А, если концентрация электронов проводимости 5 • 1028 м-3.

3. Через два медных проводника, соединенных последовательно, проходит ток. Сравнить скорость упорядоченного движения электронов, если диаметр второго проводника в 2 раза меньше, чем первого.

3. Найти скорость упорядоченного движения электронов v в стальном проводнике, концентрация электронов проводимости в котором n = 1028 м-3, при напряженности поля Е = 96 мВ/м.

4. Найти скорость упорядоченного движения электронов в медном проводе площадью поперечного сечения 25 мм2 при силе тока 50 А, считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости.

5. При какой температуре сопротивление серебряного проводника станет в 2 раза больше, чем при 0 °С?

6. Для определения температурного коэффициента сопротивления меди на катушку медной проволоки подавали одно и то же напряжение. При погружении этой катушки в тающий лед сила тока была 14 мА, а при опускании в кипяток сила тока стала 10 мА. Найти по этим данным температурный коэффициент сопротивления меди.

7. Почему электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент включения?

8. Почему в момент включения в сеть мощного приемника (например, электрокамина) лампочки в квартире могут на мгновение чуть-чуть пригаснуть?

9. На сколько процентов изменится мощность, потребляемая электромагнитом, обмотка которого выполнена из медной проволоки, при изменении температуры от 0 до 30 °С?

10. На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити.

11. Найти удельное сопротивление стали при 50 °С. Учтите, что в таблице 9 приложений приведены удельные сопротивления при 20 °С.

12. Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре n = 3 • 1019 м-3. Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов?

13. Доказать рассуждением, что соединение In As (арсенид индия), в котором количества (в молях) индия и мышьяка одинаковы, обладает проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge, Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка?

14. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германий, чтобы получить электронную проводимость?

15. К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и резистора сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была 5 мА. Когда термистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 10 мА. Во сколько раз изменилось в результате нагрева сопротивление термистора?

16. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же направлении) увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора?

17. Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока 5 мА, а при напряжении 10 В сила тока 0,1 мА.

18. В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 12 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

19. При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра?

20. Скорость электрона при выходе с поверхности катода, покрытого оксидом бария, уменьшилась в 2 раза. Найти скорость электрона до и после выхода из катода.

21. В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение равно 16 кВ, а расстояние от анода до экрана составляет 30 см. За какое время электроны проходят это расстояние?

22. В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией WK = 8 кэВ движется между пластинами плоского конденсатора длиной х = 4 см. Расстояние между пластинами d = 2 см. Какое напряжение надо подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе из конденсатора оказалось равным у = 0,8 см?

23. В электронно-лучевой трубке поток электронов ускоряется полем с разностью потенциалов U = 5 кВ и попадает в пространство между вертикально отклоняющими пластинами длиной х = 5 см, напряженность поля между которыми Е = 40 кВ/м. Найти вертикальное смещение у луча на выходе из пространства между пластинами.

24. Построить график зависимости i(t) и определить массу цинка, выделенного на катоде при электролизе водного раствора ZnS04 за 90 с, если сила тока в цепи за это время равномерно возрастала от 0 до 3 А.

25. При проведении опыта по определению электрохимического эквивалента меди были получены следующие данные: время прохождения тока 20 мин, сила тока 0,5 А, масса катода до опыта 70,4 г, масса после опыта 70,58 г. Какое значение электрохимического эквивалента меди было получено по этим данным?

26. Последовательно с электролитической ванной, заполненной солью никеля, включена ванна, в которой находится соль хрома. После размыкания цепи в первой ванне выделилось 10 г никеля. Сколько хрома выделилось во второй ванне?

27. Электролитическое серебрение изделия протекало при плотности тока 0,5 А/дм2. Сколько времени потребуется для того, чтобы на изделии образовался слой серебра толщиной 70 мкм, если выход по току равен 85% ?

28. Какое количество вещества осядет на катоде из соли любого двухвалентного металла за 40 мин при силе тока 4 А? Проверьте решение на примере меди, электрохимический эквивалент которой найдите в таблице 10.

29. При электролитическом способе получения алюминия используются ванны, работающие под напряжением 5 В при силе тока 40 кА. Сколько времени потребуется для получения 1 т алюминия и каков при этом расход энергии?

30. Каков расход энергии на рафинирование 1 т меди, если напряжение на электролитической ванне по техническим нормам равно 0,4 В?

31. Сколько электроэнергии надо затратить для получения 2,5 л водорода при температуре 25 °С и давлении 100 кПа, если электролиз ведется при напряжении 5 В и КПД установки 75%?

32. Используя решение предыдущей задачи, рассчитать толщину слоя, осевшего на изделие за 1 ч, при лужении (покрытие оловом) и серебрении. При лужении применяется плотность тока 1 А/дм2, а при серебрении — 0,5 А/дм2.

33. Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно 109 пар ионов в одном кубическом сантиметре? Площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см2, расстояние между ними 5 см.

34. При какой напряженности поля начнется самостоятельный разряд в водороде, если энергия ионизации молекул равна 2,5 • 10-18 Дж, а средняя длина свободного пробега 5 мкм? Какую скорость имеют электроны при ударе о молекулу?

35. Расстояние между электродами в трубке, наполненной парами ртути, 10 см. Какова средняя длина свободного пробега электрона, если самостоятельный разряд наступает при напряжении 600 В? Энергия ионизации паров ртути 1,7 • 10-18 Дж. Поле считать однородным.

36. Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами произойдет пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

37. Молния представляет собой прерывистый разряд, состоящий из отдельных импульсов длительностью примерно 1 мс. Заряд, проходящий по каналу молнии за один импульс, равен 20 Кл, а среднее напряжение на концах канала равно 2 ГВ. Какова сила тока и мощность одного импульса? Какая энергия выделяется при вспышке молнии, если она состоит из 5 разрядов?

38. Концентрация ионизованных молекул воздуха при нормальных условиях была равна 2,7 • 1022 м-3. Сколько процентов молекул ионизовано? Какова степень ионизации плазмы?

39. Оценить, при какой температуре Т в воздухе будет практически полностью ионизованная плазма? Энергия ионизации молекул азота W = 2,5 • 10-18 Дж. Энергия ионизации кислорода меньше.

**Тема 10: Электромагнитные колебания**

**Практическая работа № 23**

**Превращение энергии в колебательном контуре. Переменный ток.**

1. Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравнить время падения магнитов. Ответы обосновать на основании правила Ленца и закона сохранения энергии.

2. Определить направление индукционного тока, возникающего в витке В (рис. 31), если в цепи витка А ключ замыкают и если этот ключ размыкают. Указать также направление индукционного тока, если при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.



 Рис. 31

3. Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов вызвать колебание его стрелки, то и у другого прибора стрелка тоже начнет колебаться. Объяснить опыт и при возможности проверить.

4. Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее, если корпус прибора пластмассовый?

5. Объяснить принцип торможения трамвая, когда водитель, отключив двигатель от контактной сети (рис. 32), переводит его в режим генератора (ключ переводится из положения 1 в положение 2). Как зависит ускорение (быстрота торможения) трамвая: а) от нагрузки (сопротивления резистора) при данной скорости движения трамвая; б) от скорости трамвая при данной нагрузке?



 Рис. 32

6. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В.

7. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см2, чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В?

8. Внутри витка радиусом 5 см магнитный поток изменился на 18,6 мВб за 5,9 мс. Найти напряженность вихревого электрического поля в витке.

9. Какой заряд q пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого R = 0,03 Ом, при уменьшении магнитного потока внутри витка на ΔФ =12 мВб?

10. В магнитное поле индукцией В = 0,1 Тл помещен контур, выполненный в форме кругового витка радиусом R = 3,4 см. Виток сделан из медной проволоки, площадь поперечного сечения которой S = 1 мм2. Нормаль к плоскости витка совпадает с линиями индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка при исчезновении поля?

11. В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения 1,4 мм2, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/c. Найти силу индукционного тока.

12. Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.

13. С какой скоростью надо перемещать проводник под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индукция магнитного поля равна 0,2 Тл. Длина активной части 1 м.

14. Какова индуктивность контура, если при силе тока 5 А в нем возникает магнитный поток 0,5 мВб?

15. Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью 0,2 мГн при силе тока 10 А?

15. Найти индуктивность проводника, в котором при равномерном изменении силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждается ЭДС самоиндукции 20 мВ.

16. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?

17. Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостата?

18. Последовательно с катушкой школьного трансформатора, надетой на разомкнутый сердечник, включена лампочка от карманного фонаря. В цепь подано такое напряжение, что лампочка горит в полный накал. Как изменяется яркость лампочки, если: а) сердечник замкнуть ярмом; б) некоторое время держать ярмо неподвижным; в) вынуть ярмо? При возможности проверить на опыте, положив на сердечник спичку (иначе ярмо трудно оторвать от сердечника).

19. В катушке индуктивностью 0,6 Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

20. Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью 0,5 Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж?

21. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

22. На катушке сопротивлением 8,2 Ом и индуктивностью 25 мГн поддерживается постоянное напряжение 55 В. Сколько энергии выделится при размыкании цепи? Какая средняя ЭДС самоиндукции появится при этом в катушке, если энергия будет выделяться в течение 12 мс?

**Тема 11: Электромагнитные волны**

**Практическая работа № 24**

**Электромагнитные волны и скорость их распространения.**

1. Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц (УКВ). Найти длину волны.

2. В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых 24—26 м. Найти частотный диапазон.

3. Ручной настройкой радиоприемника мы изменяем рабочую площадь пластин воздушного конденсатора переменной емкости в приемном колебательном контуре. Как изменяется рабочая площадь пластин при переходе на прием станции, ведущей передачу на более длинных волнах?

4. Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?

5. Радиоприемник настроен на радиостанцию, работающую на длине волны 25 м. Во сколько раз нужно изменить емкость приемного колебательного контура радиоприемника, чтобы настроиться на длину волны 31м?

6. При изменении силы тока в катушке индуктивности на ΔI = 1 А за время Δt = 0,6 с в ней индуцируется ЭДС, равная  = 0,2 мВ. Какую длину будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, колебательный контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкостью С = 14,1 нФ?

7. В каком диапазоне длин волн работает приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре можно плавно изменять от 200 до 1800 пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна 60 мкГн?

8. Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону: i = 0,1 cos 6 • 105 πt. Найти длину излучаемой волны.

9. Определить длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд конденсатора 20 нКл, а максимальная сила тока в контуре 1 А.

10. Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2000 Гц?

11. Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна 1,2 Тм. Через какой минимальный промежуток времени может быть получена ответная информация с космического корабля, находящегося в районе Сатурна, на радиосигнал, посланный с Земли?

12. Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36 000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телевизоров системы «Орбита»?

13. На каком расстоянии от антенны радиолокатора находится объект, если отраженный от него радиосигнал возвратился обратно через 200 мкс?

14. На расстоянии 300 м от Останкинской телевизионной башни плотность потока излучения максимальна и равна 40 мВт/м2. Какова плотность потока излучения на расстоянии уверенного приема, равном 120 км?

15. Плотность энергии электромагнитной волны равна 4 • 10-11 Дж/м3. Найти плотность потока излучения.

16. Мощность импульса радиолокационной станции 100 кВт. Найти максимальную напряженность электрического поля волны в точке, где площадь поперечного сечения конуса излучения равна 2,3 км2.

17. Каким может быть максимальное число импульсов, посылаемых радиолокатором за 1 с, при разведывании цели, находящейся на расстоянии 30 км от него?

18. Радиолокатор работает на волне 15 см и дает 4000 импульсов в 1 с. Длительность каждого импульса 2 мкс. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе и какова глубина разведки локатора?

19. Время горизонтальной развертки электронно-лучевой трубки радиолокатора 2 мс. Найти наибольшую глубину разведки.

20. Радиолокатор работает в импульсном режиме. Частота повторения импульсов равна 1700 Гц, а длительность импульса — 0,8 мкс. Найти наибольшую и наименьшую дальность обнаружения цели данным радиолокатором.

**Тема 12: Световые волны**

**Практическая работа № 25**

**Законы отражения и преломления. Линзы.**

1. Сколько времени идет свет от Солнца до Земли?

2. От ближайшей звезды (α Центавра) свет доходит до Земли за 4,3 года. Каково расстояние до звезды?

3. В историческом опыте Физо по определению скорости света расстояние между колесом, имеющим N = 720 зубцов, и зеркалом было l = 8633 м. Свет исчез в первый раз при частоте обращения зубчатого колеса ν = 12,67 с-1. Какое значение скорости света получил Физо?

4. В 1875 г. метод Физо был использован французским физиком Корню, который, значительно увеличив частоту вращения колеса, зарегистрировал 28 последовательных исчезновений и появлений света. Какое значение скорости света получил Корню, если расстояние от колеса до зеркала было 23 000 м, число зубцов 200, а 28-е появление света наблюдалось при частоте вращения колеса 914,3 с-1?

5. Под каким углом должен падать луч света на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен 70°?

1024(1010). Изобразить два взаимно перпендикулярных зеркала АО и ОB, луч СО, падающий на зеркало ОB, и направления DE и EF дальнейшего хода этого луча. Доказать, что луч EF параллелен лучу CD при любом угле падения луча CD в плоскости двугранного угла.

6. Как при помощи двух плоских зеркал можно проводить наблюдения из-за укрытия? При возможности изготовьте такой прибор (зеркальный перископ).

7. Угловая высота Солнца над горизонтом α = 20°. Как надо расположить плоское зеркало, чтобы отраженные лучи света направить: а) вертикально вверх; б) вертикально вниз?

8. Человек, стоящий на берегу озера, видит в гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет перемещаться это изображение при удалении человека от озера? Солнечные лучи считать параллельными.

9. Используя условие предыдущей задачи, найти, на сколько должен человек наклониться (понизить уровень глаз), чтобы изображение Солнца в воде приблизилось к берегу на 80 см, если высота Солнца над горизонтом 25°?

10. Почему, сидя у горящего костра, мы видим предметы, расположенные по другую сторону костра, колеблющимися?

11. На какой угол отклонится луч света от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

12. Водолазу, находящемуся под водой, солнечные лучи кажутся падающими под углом 60° к поверхности воды. Какова угловая высота Солнца над горизонтом?

13. Луч света падает на поверхность воды под углом 40°. Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?

14. Луч света переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35°. Найти угол преломления.

15. Вода налита в аквариум прямоугольной формы. Угол падения луча света на стеклянную стенку 78,1°. Найти угол преломления луча в воде при выходе из стекла. Зависит ли ответ задачи от: а) толщины стенок; б) показателя преломления данного сорта стекла?

16. Найти угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на 10°.

17. Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка попадет в дно ручья, если мальчик, точно прицелившись, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

18. В дно водоема глубиной 2 м вбита свая, на 0,5 м выступающая из воды. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения лучей 70°.

19. Из стекла требуется изготовить двояковыпуклую линзу с фокусным расстоянием 10 см. Каковы должны быть радиусы кривизны поверхностей линзы, если известно, что один из них в 1,5 раза больше другого?

20. Каковы радиусы кривизны поверхностей выпукло-вогнутой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр, если один из них больше другого в 2 раза?

21. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

22. Предмет расположен в 25 см от собирающей линзы с радиусами кривизны поверхностей 20 см. Определить показатель преломления стекла, из которого изготовлена линза, если действительное изображение предмета получилось на расстоянии 1 м от нее.

23. Рассматривая предмет в собирающую линзу, его располагают на расстоянии 4 см от нее. При этом получают мнимое изображение, в 5 раз большее самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

24. На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием 12 см надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

25. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

26. Предмет находится перед рассеивающей линзой на расстоянии mF (где F — ее фокусное расстояние). На каком расстоянии от линзы получится мнимое изображение и во сколько раз оно будет меньше самого предмета?

27. Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчетливое изображение предмета?

28. Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Какой оптической силы надо взять линзу и где следует ее поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

**Тема 13: Световые кванты. Действие света.**

**Практическая работа № 26**

**Фотоэлектрический эффект. Фотон. Давление света.**

1. В опыте по обнаружению фотоэффекта цинковая пластина крепится на стержне электрометра, предварительно заряжается отрицательно и освещается светом электрической дуги так, чтобы лучи падали перпендикулярно плоскости пластины. Как изменится время разрядки электрометра, если: а) пластину повернуть так, чтобы лучи падали под некоторым углом; б) электрометр приблизить к источнику света; в) закрыть непрозрачным экраном часть пластины; г) увеличить освещенность; д) поставить светофильтр, задерживающий инфракрасную часть спектра; е) поставить светофильтр, задерживающий ультрафиолетовую часть спектра?

2. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди (в эВ).

3. Возникнет ли фотоэффект в цинке под действием облучения, имеющего длину волны 450 нм?

4. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой 1 ПГц?

5. Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 288 нм.

6. Какой длины волны свет надо направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2 Мм/с?

7. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В?

8. К вакуумному фотоэлементу, у которого катод выполнен из цезия, приложено запирающее напряжение 2 В. При какой длине волны падающего на катод света появится фототок?

9. Какое запирающее напряжение надо подать на вакуумный фотоэлемент, чтобы электроны, вырванные ультрафиолетовым светом с длиной волны 100 нм из вольфрамового катода, не могли создать ток в цепи?

10. Для определения постоянной Планка была составлена цепь, представленная на рисунке 125. Когда скользящий контакт потенциометра находится в крайнем левом положении, гальванометр при освещении фотоэлемента регистрирует слабый фототок. Передвигая скользящий контакт вправо, постепенно увеличивают запирающее напряжение до тех пор, пока не прекратится фототок. При освещении фотоэлемента фиолетовым светом с частотой ν2 = 750 ТГц запирающее напряжение Uз2 = 2 В, а при освещении красным светом с частотой ν1 = 390 ТГц запирающее напряжение Uз1 = 0,5 В. Какое значение постоянной Планка было получено?

11. Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным (λ = 760 нм) и наиболее коротким (λ = 380 нм) волнам видимой части спектра.

12. К какому виду следует отнести излучения, энергия фотонов которых равна: а) 4140 эВ; б) 2,07 эВ?

13. Определить длину волны излучения, фотоны которого имеют такую же энергию, что и электрон, ускоренный напряжением 4 В.

14. Найти частоту и длину волны излучения, энергия фотонов которого равна энергии покоя электрона.

15. Каков импульс фотона ультрафиолетового излучения с длиной волны 100 нм?

16. Каков импульс фотона, энергия которого равна 3 эВ?

17. При какой скорости электроны будут иметь энергию, равную энергии фотонов ультрафиолетового света с длиной волны 200 нм?

18. Во сколько раз возрастает световое давление, создаваемое излучением звезды, при повышении температуры ее поверхности в 2 раза?

19. Перпендикулярно поверхности площадью 4 м2 падает 7,74 • 1022 фотонов излучения с длиной волны 0,64 мкм за 10 с. Определить световое давление на зеркальную поверхность, черную поверхность и поверхность с коэффициентом отражения 0,4.

20. Чем более высокое напряжение прикладывается к рентгеновской трубке, тем более жесткие (т. е. с более короткими волнами) лучи испускает она. Почему? Изменится ли «жесткость» излучения, если, не меняя анодного напряжения, изменить накал нити катода?

21. При какой температуре средняя кинетическая энергия частиц равна энергии фотонов рентгеновского излучения с длиной волны 5 нм?

22. Рентгеновская трубка, работающая под напряжением 50 кВ при силе тока 2 мА, излучает 5 $∙$ 1013 фотонов в секунду. Считая среднюю длину волны излучения равной 0,1 нм, найти КПД трубки, т. е. определить, сколько процентов составляет мощность рентгеновского излучения от мощности потребляемого тока.

23. На сколько изменяется длина волны рентгеновских лучей при комптоновском рассеянии под углом 60°? (λК = 2,4263 $∙$ 10-12м.)

24. Найти длину волны рентгеновских лучей (λ = 20 пм) после комптоновского рассеяния под углом 90°.

25. При облучении графита рентгеновскими лучами длина волны излучения, рассеянного под углом 45°, оказалась равной 10,7 пм. Какова длина волны падающих лучей?

26. Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась с 2 до 2,4 пм. Найти энергию электронов отдачи.

27. Угол рассеяния рентгеновских лучей с длиной волны 5 пм равен 30°, а электроны отдачи движутся под углом 60° к направлению падающих лучей. Найти: а) импульс электронов отдачи; б) импульс фотонов рассеянных лучей.

Приложения

1. Тепловые свойства веществ

Твердые тела

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Удельная теплоемкость, кДж/(кг$∙$К) | Температура плавления,$°$С | Удельная теплота,кДж/кг |
| Алюминий | 0,89 | 660 | 380 |
| Лед | 2,1 | 0 | 334 |
| Медь | 0,38 | 1083 | 214 |
| Олово | 0,23 | 232 | 59 |
| Свинец | 0,13 | 327 | 23 |
| Серебро | 0,23 | 961 | 87 |
| Сталь | 0,46 | 1400 | 82 |

Жидкости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Удельная теплоемкость, кДж/(кг$∙$К) | Температура кипения,$°$С | Удельная теплота парообразования,МДж/кг |
| Вода | 4,19 | 100 | 2,3 |
| Ртуть | 0,14 | 357 | 0,29 |
| Спирт | 2,4 | 78 | 0,85 |

Газы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Удельная теплоемкость, кДж/(кг$∙$К) | Температура конденсации,$°$С |
| Азот | 1,05 | -196 |
| Водород | 14,3 | -253 |
| Воздух | 1,01 | - |
| Гелий | 5,29 | -269 |
| Кислород | 0,913 | -183 |

2. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей, мН/м

(При 20$°$С)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вода | 73 | Молоко | 46 |
| Бензин | 21 | Нефть | 30 |
| Керосин | 24 | Ртуть | 510 |
| Мыльный раствор | 40 | Спирт | 22 |

3. Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Бензин | 44 | Порох | 3,8 |
| Дерево | 10 | Спирт | 29 |
| Дизельное топливо | 42 | Топливо для реактивных самолетов | 43 |
| Каменный уголь | 29 | Условное топливо | 29 |
| Керосин | 46 |  |  |

4. Плотность веществ

|  |
| --- |
| Твердые тела 103 кг/м3 103 кг/м3 |
| Алюминий | 2,7 | Олово | 7,3 |
| Германий | 5,4 | Свинец | 11,3 |
| Кремний | 2,4 | Серебро | 10,5 |
| Лед | 0,9 | Сталь | 7,8 |
| Медь | 8,9 | Хром | 7,2 |
| Нихром | 8,4 |  |  |
| Жидкости 103 кг/м3 103 кг/м3 |
| Бензин | 0,70 | Нефть | 0,80 |
| Вода | 1,0 | Ртуть | 13,60 |
| Керосин | 0,80 | Спирт | 0,79 |
| Газы(при нормальных условиях) кг/м3  кг/м3 |
| Азот | 1,25 | Воздух | 1,29 |
| Водород | 0,09 | Кислород | 1,43 |

5. Зависимость давления *р* и плотности *ρ*

насыщенного водяного пара от температуры

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, $°$С | *р,* кПа | *Ρ*, г/м3 | *t*, $°$С | *р,* кПа | *Ρ*, г/м3 |
| -5 | 0,40 | 3,2 | 11 | 1,33 | 10,0 |
| 0 | 0,61 | 4,8 | 12 | 1,40 | 10,7 |
| 1 | 0,65 | 5,2 | 13 | 1,49 | 11,4 |
| 2 | 0,71 | 5,6 | 14 | 1,60 | 12,1 |
| 3 | 0,76 | 6,0 | 15 | 1,71 | 12,8 |
| 4 | 0,81 | 6,4 | 16 | 1,81 | 13,6 |
| 5 | 0,88 | 6,8 | 17 | 1,93 | 14,5 |
| *t*, $°$С | *р,* кПа | *Ρ*, г/м3 | *t*, $°$С | *р,* кПа | *Ρ*, г/м3 |
| 6 | 0,93 | 7,3 | 18 | 2,07 | 15,4 |
| 7 | 1,0 | 7,8 | 19 | 2,20 | 16,3 |
| 8 | 1,06 | 8,3 | 20 | 2,33 | 17,3 |
| 9 | 1,14 | 8,8 | 25 | 3,17 | 23,0 |
| 10 | 1,23 | 9,4 | 50 | 12,3 | 83,0 |

6. Психрометрическая таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Показания сухого термометра,$°$С | Разность показаний сухого и влажного термометра, $°$С |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Относительная влажность, % |
| 0 | 100 | 81 | 63 | 45 | 28 | 11 | - | - | - | - | - |
| 2 | 100 | 84 | 68 | 51 | 35 | 20 | - | - | - | - | - |
| 4 | 100 | 85 | 70 | 56 | 42 | 28 | 14 | - | - | - | - |
| 6 | 100 | 86 | 73 | 60 | 47 | 35 | 23 | 10 | - | - | - |
| 8 | 100 | 87 | 75 | 63 | 51 | 40 | 28 | 18 | 7 | - | - |
| 10 | 100 | 88 | 76 | 65 | 54 | 44 | 34 | 24 | 14 | 5 | - |
| 12 | 100 | 89 | 78 | 68 | 57 | 48 | 38 | 29 | 20 | 11 | - |
| 14 | 100 | 89 | 79 | 70 | 60 | 51 | 42 | 34 | 25 | 17 | 9 |
| 16 | 100 | 90 | 81 | 71 | 62 | 54 | 46 | 37 | 30 | 22 | 15 |
| 18 | 100 | 91 | 82 | 73 | 65 | 56 | 49 | 41 | 34 | 27 | 20 |
| 20 | 100 | 91 | 83 | 74 | 66 | 59 | 51 | 44 | 37 | 30 | 24 |
| 22 | 100 | 92 | 83 | 76 | 68 | 61 | 54 | 47 | 40 | 34 | 28 |
| 24 | 100 | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 56 | 49 | 43 | 37 | 31 |
| 26 | 100 | 92 | 85 | 78 | 71 | 64 | 58 | 51 | 46 | 40 | 34 |
| 28 | 100 | 93 | 85 | 78 | 72 | 65 | 59 | 53 | 48 | 42 | 37 |
| 30 | 100 | 93 | 86 | 79 | 73 | 67 | 61 | 55 | 50 | 44 | 39 |

7. Предел прочности на растяжение σпч и модуль упругости Е

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | σпч, МПа | *Е*, ГПа |
| Алюминий | 100 | 70 |
| Латунь | 50 | 100 |
| Свинец | 15 | 17 |
| Серебро | 140 | 80 |
| Сталь | 500 | 210 |

8. Электрохимические эквиваленты, мг/Кл (10-6 кг/Кл)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Алюминий (Al3+) | 0,093 | Никель (Ni2+) | 0,3 |
| Водород (Н+) | 0,0104 | Серебро (Ag+) | 1,12 |
| Кислород (О2-) | 0,083 | Хром (Cr3+) | 0,18 |
| Медь (Cu2+) | 0,33 | Цинк (Zn2+) | 0,34 |
| Олово (Sn2+) | 0,62 |  |  |

9. Работа Выхода электронов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | эВ | аДж | Вещество | эВ | аДж |
| Вольфрам | 4,5 | 0,72 | Платина | 5,3 | 0,85 |
| Калий | 2,2 | 0,35 | Серебро | 4,3 | 0,69 |
| Литий | 2,4 | 0,38 | Цезий | 1,8 | 0,29 |
| Оксид бария | 1,0 | 0,16 | Цинк | 4,2 | 0,67 |

10. Показатель преломления

(средний для видимых лучей)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Алмаз | 2,42 | Сероуглерод | 1,63 |
| Вода | 1,33 | Спирт этиловый | 1,36 |
| Воздух | 1,00029 | Стекло | 1,6 |

11. Сведения о Солнце, Земле и Луне

|  |  |
| --- | --- |
| Радиус Солнца, м | 6,96$∙$108 |
| Масса Солнца, кг | 1,989$∙$1030 |
| Средний радиус Земли, м | 6,371$∙$106 |
| Масса Земли, кг | 5,976$∙$1024 |
| Время полного оборота Земли вокруг своей оси | 23 ч 56 мин 4,09 с |
| Ускорение свободного падения (на широте Парижа, на уровне моря), м/с2 | 9,80665 |
| Нормальное атмосферное давление, Па | 101325 |
| Молярная масса воздуха, кг/моль | 0,029 |
| Среднее расстояние от Земли до Солнца, м | 1,496$∙$1011 |
| Радиус Луны, м | 1,737$∙$106 |
| Масса Луны, кг | 7,35$∙$1022 |
| Период обращения Луны вокруг Земли | 27 сут 7 ч 43 мин |
| Ускорение свободного падения на поверхности Луны, м/с2 | 1,623 |
| Среднее расстояние от Луны до Земли, м | 3,844$∙$108 |

12. Приставка для образования десятичных кратных и дольных единиц

|  |  |
| --- | --- |
| Кратные | Дольные |
| приставка | обозначение | множитель | приставка | обозначение | множитель |
| экса | Э | 1018 | атто | а | 10-18 |
| пета | П | 1015 | фемто | ф | 10-15 |
| тера | Т | 1012 | пико | п | 10-12 |
| гига | Г | 109 | нано | н | 10-9 |
| мега | М | 106 | микро | мк | 10-6 |
| кило | к | 103 | милли | м | 10-3 |
| гекто | г | 102 | санти | с | 10-2 |
| дека | да | 101 | деци | д | 10-1 |

13. Относительная атомная масса некоторых изотопов, а.е.м.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Изотоп | Масса нейтрального атома | Изотоп | Масса нейтрального атома |
| $$(водород) | 1,00783 | $$(бор) | 10,01294 |
| $$(дейтерий) | 2,01410 | $$(бор) | 11,00931 |
| $$(тритий) | 3,01605 | $$(углерод) | 12,00000 |
| $е$(гелий) | 3,01602 | $$(азот) | 14,00307 |
| $$(гелий) | 4,00260 | $$(азот) | 15,00011 |
| $$(литий) | 6,01513 | $$(кислород) | 15,99491 |
| $$(литий) | 7,01601 | $$(кислород) | 16,99913 |
| $$(бериллий) | 8,00531 | $$(алюминий) | 26,98146 |