

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоменко Елена Семеновна

Должность: исполняющая обязанности заведующей филиалом, начальник отдела  
ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум» филиал «Пеледуйский»

учебно-производственной работы

Дата подписания: 10.05.2023 09:29:25

Уникальный программный ключ:

03c04d4933a2307f9c20d0107fe3c7a0c84980be

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОДП.3 «Физика»**

**для профессии СПО**

**09.01.03 «Мастер по обработке цифровой информации»**

**13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования»**

Автор: Мархинина Ю.В.,  
преподаватель

п. Пеледуй, 2022

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по профессиям среднего профессионального образования 09.01.03 «Мастер по обработки цифровой информации» и на основании Положения об организации практической работы в техникуме и методических рекомендаций об организации практической работы в условиях реализации ФГОС, утвержденных Методическим советом ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум» филиал «Пеледуйский»

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Республики Саха (Якутия)

«Ленский технологический техникум» филиал «Пеледуйский»

Рассмотрена и рекомендована предметно – цикловой комиссией

«Общеобразовательных дисциплин»

Протокол № 1 «2» сентября 2022 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_, Кокорина О.А.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Практические работы студентов проводится с целью:

- экспериментального подтверждения и проверки теоретических положений (законов, зависимостей).
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний по конкретным темам;
- формирования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива;
- формирования практических умений (умений выполнять определенные действия, операции) и учебных умений (умений решать задачи по физике), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием практических работ являются решение разного рода задач, выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с инструктивными материалами, справочниками.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических работ обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

По каждому практическому занятию разработаны методические указания по их проведению.

### **Критерии оценки умения решать расчетные задачи:**

При решении задач учитываются умения студентов:

- применять понятия, законы и теории для объяснения явления, о котором идет речь в задаче;
- правильно записать условие задачи;
- на основе известных законов и формул решить задачу в общем виде;
- пользоваться справочными таблицами физических величин;

- проверить размерность полученного результата и провести необходимые вычисления.

### **Оценка умения решать расчетные задачи**

***Оценка «5» (отлично) ставится в том случае, если студент:***

- в логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом.

***Оценка «4» (хорошо):***

- в логическом рассуждении и в решении нет существенных ошибок, но задача решена нерациональным способом, или допущено не более двух несущественных ошибок.

***Оценка «3» (удовлетворительно):***

- в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допускается существенная ошибка в математических расчетах.

# ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ 1. МЕХАНИКА

## 1.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения графических и вычислительных задач по теме «Различные виды механического движения» (прямолинейное равномерное движение, прямолинейное равноускоренное движение, равномерное движение точки по окружности).

**Ход работы:**

### 1. Теоретическая часть.

*Прямолинейное равномерное движение:*

$$\vec{S} = \vec{v} \cdot t - \text{перемещение}$$

$$x = x_0 + v_x \cdot t - \text{уравнение прямолинейного равномерного движения}$$

*Прямолинейное равноускоренное движение:*

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} - \text{формула для вычисления ускорения}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t - \text{формула для вычисления скорости}$$

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2} - \text{уравнение прямолинейного равноускоренного движения}$$

*Равномерное движение точки по окружности:*

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}; a = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R}{T^2}; a_{\text{ц}} = 4 \cdot \pi^2 \cdot v^2 \cdot R - \text{формулы для вычисления центростремительного ускорения}$$

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}; v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \nu - \text{формулы для вычисления скорости}$$

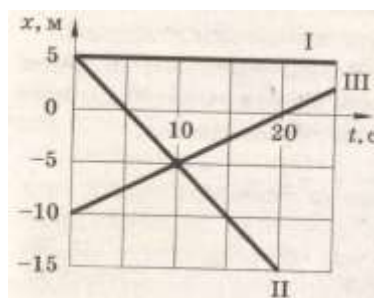
$$T = \frac{t}{N} - \text{период обращения}$$

$$\nu = \frac{N}{t} - \text{частота обращения}$$

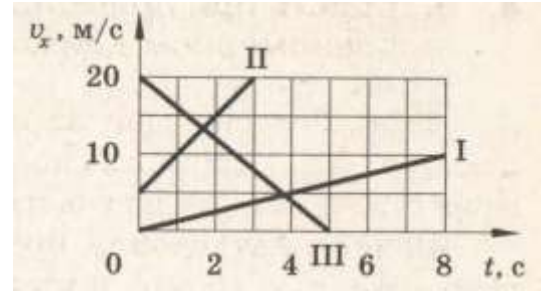
### 2. Практическая часть.

**Решите задачи:**

1. Катер, двигаясь равномерно, проезжает 60 м за 2 с. Рассчитайте, какой путь он проедет за 10 с, двигаясь с той же скоростью.
2. Тело движется равномерно вдоль оси ОХ. Модуль скорости тела равен 36 км/ч. Начальная координата равна 20 м. Найдите положение тела через 4 секунды. Чему равен пройденный путь?
3. Вдоль оси Х движутся две точки: первая по закону  $x_1=10+2t$ , а вторая по закону  $x_2=4+5t$ . В какой момент времени они встретятся?
4. По заданным графикам (см. рис.) найдите начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Напишите уравнения движения тел  $x = x(t)$ . Из графиков и уравнений найдите время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.
5. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ,



- увеличивает свою скорость с  $36 \text{ км/ч}$  до  $54 \text{ км/ч}$ ?
- Какова взлетная скорость самолета, если он совершает разбег в течение 25 секунд с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ ?
  - Тело движется с ускорением  $0,05 \text{ м/с}^2$ . Определите перемещение тела за 20 секунд, если его начальная скорость  $20 \text{ см/с}$ .
  - Троллейбус двигался со скоростью  $18 \text{ км/ч}$  и, затормозив, остановился через 4 с. Определите ускорение и тормозной путь троллейбуса.
  - Самолет летел со скоростью  $216 \text{ км/ч}$  и стал двигаться с ускорением  $9 \text{ м/с}^2$  в течение 20 секунд. Какое расстояние пролетел самолет за это время, и какой скорости он достиг?
  - Зависимость скорости от времени движущегося тела задана формулой  $v=2+0,5t$ . Постройте график зависимости скорости от времени, опишите характер движения, укажите значения соответствующих величин.
  - По заданным на рисунке графикам написать уравнения  $v_x = v_x(t)$ .
  - Шкив делает 100 оборотов за 1 минуту. Каковы частота вращения шкива и период вращения.
  - Велосипедист движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 10 м/с. С каким ускорением он проходит закругление?
  - Каков радиус кривизны закругления дороги, если по ней автомобиль движется с центростремительным ускорением  $2 \text{ м/с}^2$  при скорости  $72 \text{ км/ч}$ .
  - Велосипедист едет по дороге со скоростью 10 м/с. Сколько оборотов за секунду делают колеса велосипеда, если они не скользят? Какое центростремительное ускорение точки обода колеса, если его радиус 35 см?



- Даны уравнения движения тел:  $x_1=4+0,5t$ ,  $x_2=8-2t$ . Найдите время и место встречи их двумя способами (графически и аналитически).
- Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:  $x = 20 - 6t + 2t^2$ . Через сколько секунд после начала отчета времени  $t = 0$  с проекция вектора скорости тела на ось  $Ox$  станет равной нулю?
- В таблице представлена зависимость модуля скорости движения автомобиля от времени.

$t, \text{с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{м/с}$	0	2	2	6	0

Определите путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с.

- Определите частоту вращения Земли.
- Две материальные точки движутся по окружности радиусами  $R_1$  и  $R_2$ , причем  $R_1 = 2R_2$ . Сравните их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов обращения.

## 1.2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ: «ЗАКОНЫ НЬЮТОНА. СИЛЫ В ПРИРОДЕ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения задач по теме «Законы Ньютона. Силы в природе».

### Ход работы:

#### 1. Теоретическая часть.

$F_m = m \cdot g$  - сила тяжести (это сила, с которой все тела притягиваются к Земле).

Вес тела – это сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес (это результат взаимодействия опоры и тела).

$P = m \cdot g$  - формула для определения веса тела, если тело находится в покое на горизонтальной поверхности или равномерно движется с нею.

$P = m \cdot (g - a)$  - формула для определения веса тела, движущегося с ускорением, которое направлено как ускорение свободного падения (движение вниз).

$P = m \cdot (g + a)$  - формула для определения веса тела, движущегося с ускорением, которое направлено против ускорения свободного падения (движение вверх).

$F_{упр.} = k|x|$  - сила упругости (это сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещению частиц тела при деформации).

$F_{тр.} = \mu \cdot N$  - сила трения (сила, возникающая в месте соприкосновения тел и препятствующая их относительному перемещению).

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$  - второй закон Ньютона.

$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$  - закон всемирного тяготения.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$  - гравитационная постоянная

$g = 9,8 \frac{м}{с^2}$  - ускорение свободного падения

$F$  – сила, [Н];  $m$  - масса [кг];  $R$  - расстояние между телами, [м];  $a$  – ускорение, [м/с<sup>2</sup>]

$k$  - жесткость тела,  $\left[ \frac{Н}{м} \right]$ ;  $\mu$  - коэффициент трения, [-];  $P$  - вес тела, [Н]

#### 2. Практическая часть.

##### Решите задачи:

1. Определите силу гравитационного взаимодействия между телами массой 19 т и 400 кг на расстоянии 200 м.
2. Два человека тянут груз, прикладывая горизонтальные силы  $F_1=100$  Н и  $F_2=150$  Н, направленные вдоль одной прямой. Каким может быть модуль равнодействующей этих сил? Рассмотрите все возможные случаи.
3. Спиральная цилиндрическая пружина задней подвески колес автомобиля имеет длину в свободном состоянии 442 мм и под действием силы 4,4 кН должна сжиматься до 273 мм. Найдите жесткость пружины.

4. Заполните таблицу, где  $a$  ускорение, которое приобретает тело массой  $m$  под действием силы  $F$ .

$a$	?	$40 \text{ км/с}^2$	$60 \text{ см/с}^2$
$m$	20 гр.	35 гр.	?
$F$	6 кН	?	1 мН

5. Теннисный мяч массой 60 г лежит на корте. Чему равен модуль силы тяжести и к чему приложена сила тяжести?

- 1)  $\approx 0,6 \text{ Н}$ , приложена к земле
- 2)  $\approx 0,6 \text{ Н}$ , приложена к мячу
- 3)  $\approx 600 \text{ Н}$ , приложена к земле
- 4)  $\approx 600 \text{ Н}$ , приложена к мячу

6. В лифте, движущимся вниз с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , находится пассажир массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

- 1) 0 Н   2)  $\approx 400 \text{ Н}$    3)  $\approx 500 \text{ Н}$    4)  $\approx 600 \text{ Н}$

7. При исследовании зависимости удлинения  $x$  пружины от приложенной силы  $F$  были получены следующие данные:

$F, \text{ Н}$	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	1,5	1,8	2,0	2,3

Из результатов исследования можно заключить, что коэффициент упругости пружины равен

- 1) 20 Н/м   2) 50 Н/м   3) 80 Н/м   4) 100 Н/м

8. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найдите среднюю силу удара.

9. На сколько уменьшается сила тяжести, действующая на самолет Ту-154 массой 90 т, при полете на высоте 11 км, где ускорение свободного падения  $9,77 \text{ м/с}^2$ . Ускорение свободного падения на поверхности Земли считать равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

10. Какой объем воды находится в сосуде, если на нее действует сила тяжести 150 Н?

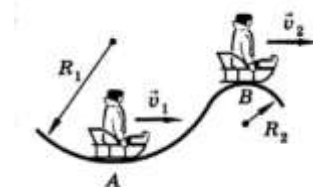
11. Масса пассажира лифта 100 кг. Лифт движется с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$  вниз. Каков вес пассажира, если ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ ?

12. Масса пассажира лифта 100 кг. Каков вес пассажира в момент, когда лифт движется вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ?

13. При движении динамометра ученик перемещал деревянный брусок массой 200 г по горизонтально расположенной доске. Каков коэффициент трения, если динамометр показывал 0,6 Н?

14. Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой 0,5 кН. Кокой массы сани с грузом может перемещать упряжка, если коэффициент трения равен 0,1?

15. Определите вес мальчика массой 40 кг в положениях А и В (см. рис.), если  $R_1=20 \text{ м}$ ,  $v_1=10 \text{ м/с}$ ,  $R_2=10 \text{ м}$ ,  $v_2=5 \text{ м/с}$ .



16. Боевая реактивная установка БМ-13 («катюша») имела длину направляющих балок 5 м, массу каждого снаряда 42,5 кг и силу реактивной тяги 19,6 кН. Найдите скорость схода снаряда с направляющей балки.

17. О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравните силы, действующие на комара и автомобиль во время удара.

18. Испытывает ли бегущий человек состояния перегрузки и невесомости?

19. Почему тело, сброшенное на Луне, будет во время полета находится в состоянии



полной невесомости, а на Земле такое тело можно считать невесомым лишь приближенно?

20. Почему легче плыть, чем бежать по дну по пояс погруженным в воду?

21. Если расстояние между телами увеличить в 3 раза, то сила их взаимного притяжения \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_ раз.

22. Для того чтобы сила взаимного притяжения тел увеличилась в 4 раза, расстояние между ними надо \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_ раз.

### **1.3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ»**

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения задач по теме «Законы сохранения» (закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии).

### Ход работы:

#### 1. Теоретическая часть.

*Импульс тела. Закон сохранения импульса.*

$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$  - формула для определения импульса тела.

$[P] = \left[ \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right]$  - импульс тела;

$[m] = [\text{кг}]$  - масса тела;

$[v] = \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$  - скорость тела.

$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$  - закон сохранения импульса

*Закон сохранения энергии.*

$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$  - формула, для вычисления кинетической энергии.

$E_p = m \cdot g \cdot h$  - формула для вычисления потенциальной энергии (тело, поднятое над Землей);

$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$  - формула для вычисления потенциальной энергии (при деформации).

$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$  - формула для определения механической работы

$N = \frac{A}{t}$  - формула для определения мощности

$A = E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k$  - теорема об изменении кинетической энергии.

$A = mgh_1 - mgh_2$  - работа силы тяжести.

$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$  - работа силы упругости.

$E_{\text{мех}} = E_k + E_p = \text{const}$ ; - закон сохранения механической энергии

$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$

$[N] = [Bm]$  - мощность;

$[t] = [c]$  - время;

$[A] = [Дж]$  - работа;

$[F] = [H]$  - сила;

$[S] = [m]$  - перемещение;

$[E] = [Дж]$  - энергия;

$[h] = [m]$  - высота;

$k$  - жесткость тела,  $\left[ \frac{H}{m} \right]$ ;

$g = 9,8 \frac{m}{c^2}$  - ускорение свободного падения.

#### 2. Практическая часть.

**Решите задачи:**

1. Найдите импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с.
2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?
3. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий?
4. С тележки, движущейся со скоростью 2 м/с, спрыгивает мальчик со скоростью 1 м/с, направленной горизонтально против хода тележки. Масса мальчика равна 45 кг, а масса тележки 30 кг. С какой скоростью будет двигаться тележка сразу после того, как мальчик спрыгнул с нее?
5. Скорость тела массой 100 г изменяется в соответствии с уравнением  $q_x = 0,05 \cdot \sin(10\pi t)$ . Определите модуль импульса тела в момент времени 0,05 с.
6. Рассчитайте кинетическую энергию тела массой 3 кг имеющего скорость 18 км/ч.
7. С какой скоростью должен двигаться автомобиль массой 2 т, чтобы обладать такой же кинетической энергией, как снаряд массой 10 кг, движущийся со скоростью 800 м/с?
8. На какой высоте потенциальная энергия груза массой 2 т равна 10 кДж?
9. Какова потенциальная энергия ударной части свайного молота массой 300 кг, поднятого на высоту 1,5 м?
10. Что такое лошадиная сила, и каково ее отношение с ваттом?
11. Лошадь перемещает телегу, прикладывая силу в 500 Н под углом  $45^\circ$  к горизонту. Какую мощность развивает лошадь, если за каждые 2 с она проходит 6 м?
12. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 40 кН/м на 0,5 см?
13. Тело массой 20 кг поднимают вертикально вверх силой в 400 Н, направленной по движению. Какая работа совершается на пути в 10 м? Какую работу совершает при этом сила тяжести?
14. Тело массой 5 кг, свободно падает с высоты 7 м. Найдите потенциальную и кинетическую энергию тела на расстоянии 3 м от поверхности земли.
15. С какой скоростью бросили вертикально вверх камень, если он при этом поднялся на высоту 10 м?
16. Мяч брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Определите максимальную высоту, на которую поднимается мяч.
17. Камень свободно падает вертикально вниз. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время его движения вниз и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ:**

- А) Скорость;
- Б) Ускорение;
- В) Кинетическая энергия;
- Г) Потенциальная энергия.

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ:**

- 1) Не изменяется
- 2) Увеличивается
- 3) Уменьшается

18. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ:**

- А) Скорость;
- Б) Ускорение;
- В) Кинетическая энергия;
- Г) Потенциальная энергия.

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ:**

- 1) Не изменяется
- 2) Увеличивается
- 3) Уменьшается

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА.  
ТЕРМОДИНАМИКА**

**2.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ  
ТЕОРИИ»**

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения

графических и вычислительных задач по теме «Основы молекулярно-кинетической теории».

### Ход работы:

#### 1. Теоретическая часть.

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A - \text{количество молекул (атомов) в веществе.}$$

$$\nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{N}{N_A} - \text{количество вещества.}$$

$$M = Mr \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} - \text{связь между молярной массой и относительной молекулярной массой}$$

$$m_0 = \frac{M}{N_A} - \text{формула для вычисления массы молекулы.}$$

$$p = \frac{1}{3} \cdot m_0 \cdot n \cdot \bar{v}^2; p = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot v^2 - \text{основное уравнение МКТ идеального газа.}$$

Абсолютная температура связана с температурой по шкале Цельсия формулой:  $T = t + 273^0$   
 $\Delta T = \Delta t$

В основу определения температуры положена средняя кинетическая энергия поступательного движения частиц:  $T = \frac{2}{3k} \cdot \bar{E}_k$

$p = n \cdot k \cdot T$  - зависимость давления газа от температуры.

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_0}} - \text{средняя квадратичная скорость движения молекул.}$$

$$\rho = \frac{m}{V} - \text{формула для определения плотности вещества}$$

Связь между средней кинетической энергией движения молекул и давлением газа:

$$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \bar{E}_k$$

$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$  - уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона).

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{const} - \text{уравнение Клапейрона.}$$

$P \cdot V = \text{const}$ , при  $T = \text{const}$  - изотермический процесс

$\frac{V}{T} = \text{const}$ , при  $P = \text{const}$  - изобарный процесс

$\frac{P}{T} = \text{const}$ , при  $V = \text{const}$  - изохорный процесс

$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$  - постоянная Авогадро;  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$  - постоянная Больцмана.

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - \text{универсальная газовая постоянная.}$$

$$[n] = [\text{м}^{-3}] - \text{концентрация газа (число частиц в единице объема } n = \frac{N}{V} \text{);}$$

$[p] = [Па]$  - давление газа;  $[\bar{v}] = \left[ \frac{м}{с} \right]$  - средняя скорость движения молекул;

$[T] = [К]$  - абсолютная температура;  $[m_0] = [кг]$  - масса молекулы.

$[V] = [м^3]$  - объем, (1 литр =  $10^{-3} м^3$ );  $[m] = [кг]$  масса;  $[M] = \left[ \frac{кг}{моль} \right]$  - молярная масса газа.

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. Какое количество вещества содержится в медной отливке массой 3 кг?
2. Какова масса 300 моль серной кислоты?
3. Сколько молекул содержится в азоте массой 250 гр?
4. Найдите массу молекулы углекислого газа.
5. Какой объем занимают 100 моль кислорода?
6. Какова средняя квадратичная скорость молекул азота при температуре кипения воды?
7. Как изменилось давление идеального газа, если в данном объеме скорость каждой молекулы газа уменьшилась в 3 раза, а концентрация молекул осталась без изменения?
8. При постоянном давлении концентрация газа в сосуде увеличилась в 3 раза. Во сколько раз изменилась средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул?
9. В баллоне емкостью 30 литров находится 2 кг кислорода при температуре 30 °С. Определите давление газа в баллоне.
10. Газ занимает объем 3 м<sup>3</sup> при температуре 546 °С. Какова его температура, если объем будет 2 м<sup>3</sup> и давление прежнее?
11. Определите массу водорода, находящегося в баллоне емкостью 20 литров при давлении 830 кПа, если температура газа равна 17°С.
12. Воздух под поршнем насоса имел давление 10<sup>5</sup> Па и объем 300 см<sup>3</sup>. Какой объем займет этот воздух при давлении 2·10<sup>5</sup> Па, если температура не изменится?
13. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс нагревания воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Давление
- Б) Объем
- В) Температура

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Увеличение
- 2) Уменьшение
- 3) Неизменность

14. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изобарный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Давление
- Б) Объем
- В) Температура

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Увеличение
- 2) Уменьшение
- 3) Неизменность

15. Повышение влажности приводит к нарушению теплового обмена человека с окружающей средой. Это связано с тем, что при этом изменяется

- 1) удельная теплоемкость воздуха;
- 2) скорость испарения влаги с поверхности тела;
- 3) атмосферное давление;

4) содержание кислорода в воздухе.

16. При испарении жидкость остывает. Молекулярно-кинетическая теория объясняет это тем, что быстрее всего жидкость покидают молекулы, кинетическая энергия которых...

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

## 2.2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ВЗАИМНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ. ТВЕРДЫЕ ТЕЛА»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Взаимные превращения жидкостей и газов. Твердые тела».

**Ход работы:**

### 1. Теоретическая часть.

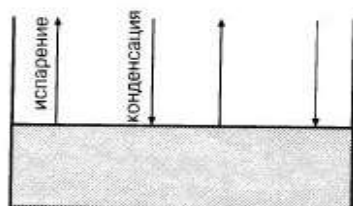
**Твердые тела:**

$$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}; \quad \sigma = E \cdot |\varepsilon|; \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}; \quad \Delta l = l - l_0; \quad S = \frac{\pi D^2}{4}$$



- $\sigma$  - механическое напряжение, [Па];
- $\varepsilon$  - относительное удлинение, [-];
- $E$  - модуль Юнга, [Па];
- $\Delta l$  - удлинение тела, [м];
- $S$  - площадь поперечного сечения, [м<sup>2</sup>];
- $l_0$  - начальная длина тела, [м];
- $D$  - диаметр, [м];
- $F$  - сила, [Н].

### НАСЫЩЕННЫЙ И НАСЫЩЕННЫЙ ПАР, ВЛАЖНОСТЬ



Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется

**насыщенным.**

Давление  $p_n$  насыщенного пара зависит только от температуры.

Если  $p < p_n$ , пар называется **ненасыщенным.**

Давление  $p$  ненасыщенного пара зависит и от объема.

**Относительная влажность  $\varphi$**  равна отношению парциального давления пара к давлению насыщенного пара при данной температуре:  $\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%$ .

**Точка росы** — температура, при которой водяной пар становится насыщенным.

### ПСИХРОМЕТРИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Зависимость давления  $P$  и плотности  $\rho$  насыщенного водяного пара от температуры

t, °C	P, кПа	$\rho$ , г/м <sup>3</sup>	t, °C	P, кПа	$\rho$ , г/м <sup>3</sup>
-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
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

Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометра, °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность, %									
15	100	92	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	93	85	78	71	64	58	52	47	41
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42
29	100	93	86	79	72	65	59	54	49	43
30	100	93	86	79	73	66	60	55	50	44

### 2. Практическая часть.

#### Решите задачи:

1. Напишите названия определений:

Деформация, при которой происходит смещение слоев тела друг относительно друга, называется.....

Деформация, которая полностью исчезает после прекращения действия внешних сил, называется.....

Зависимость физических свойств от направления внутри кристалла называют....

Давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, называют....

2. Давление водяного пара при температуре 14<sup>0</sup>C было равно 1 кПа. Был ли этот пар насыщенным?



3. Плотность водяного пара при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  равна  $23 \text{ г/м}^3$ . Насыщенный это пар или ненасыщенный?
4. При каком давлении вода будет кипеть при  $19^{\circ}\text{C}$ ?
5. Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?
6. Как по внешнему виду отличить в бане трубу с холодной водой от трубы с горячей?
7. Парциальное давление водяного пара в воздухе при  $19^{\circ}\text{C}$  было  $1,1 \text{ кПа}$ . Найдите относительную влажность.
8. Сухой термометр психрометра показывает  $16^{\circ}\text{C}$ , а влажный  $8^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность, измеренная по волосному гигрометру, равна  $30\%$ . Правильны ли показания гигрометра?
9. Влажный термометр психрометра показывает  $10^{\circ}\text{C}$ , а сухой  $14^{\circ}\text{C}$ . Найдите относительную влажность, парциальное давление и плотность водяного пара.
10. Как объяснить происхождение поговорки «Как с гуся вода»?
11. Можно ли носить воду в решете?
12. Какого вида деформации испытывают: а) сверло; б) сиденье скамейки; в) зубья пилы; г) винт мясорубки; д) ножка скамейки; е) натянутая струна гитары?
13. Проволока длиной  $5,4 \text{ м}$  под действием нагрузки удлинилась на  $2,7 \text{ мм}$ . Определите относительное удлинение проволоки.
14. Какова должна быть площадь поперечного сечения стального стержня, чтобы при нагрузке  $25 \text{ кН}$  растягивающее напряжение равнялось  $60 \text{ МПа}$ ?
15. Балка длиной  $5 \text{ м}$  с площадью поперечного сечения  $100 \text{ см}^2$  под действием сил по  $10 \text{ кН}$ , приложенных к ее концам, сжалась на  $1 \text{ см}$ . Найдите относительное сжатие и механическое напряжение.
16. При растяжении алюминиевой проволоки длиной  $2 \text{ м}$  в ней возникло механическое напряжение  $35 \text{ МПа}$ . Найдите относительное и абсолютное удлинения.
17. Найдите механическое напряжение, возникающее в стальном тросе при его относительном удлинении  $0,001$ .
18. На сколько удлинится проволока длиной  $3 \text{ м}$  и диаметром  $0,12 \text{ мм}$  под действием гири весом  $1,5 \text{ Н}$ ? Деформацию считать упругой.

### 2.3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Основы термодинамики».

#### Ход работы:

##### 1. Теоретическая часть.

$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$ ;  $U = \frac{3}{2} \nu \cdot R \cdot T$ ;  $U = \frac{3}{2} pV$  - формулы для вычисления внутренней энергии одноатомного идеального газа.

$\Delta U = Q + A$ ;  $Q = \Delta U + A'$  - первый закон термодинамики.

Название процесса	Постоянная величина	Математическая запись первого закона термодинамики
Изотермический процесс	Температура ( $T = const$ )	$Q = A'$
Изобарный процесс	Давление ( $p = const$ )	$Q = \Delta U + A'$
Изохорный процесс	Объем ( $V = const$ )	$Q = \Delta U$
Адиабатный процесс	$Q = 0$	$A' = -\Delta U$

$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \cdot 100\%$ ;  $\eta_{\max} = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%$ ;  $\eta = \frac{A'}{Q_n} \cdot 100\%$  - формулы для вычисления КПД теплового двигателя.

$A' = p \cdot \Delta V$  - формула для вычисления работы газа.

Абсолютная температура связана с температурой по шкале Цельсия формулой:  $T = t + 273^0$   
 $\Delta T = \Delta t$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  - универсальная газовая постоянная;  $M = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$  - молярная масса воздуха.

#### Обозначения:

$U$  - внутренняя энергия, [Дж];  
 $m$  - масса, [кг];  
 $M$  - молярная масса, [кг/моль];  
 $\nu$  - количество вещества, [моль];  
 $p$  - давление, [Па];  
 $T$  - абсолютная температура, [К];  
 $Q$  - количество теплоты, [Дж];  
 $\Delta U$  - изменение внутренней энергии, [Дж];  
 $A'$  - работа газа, [Дж];  
 $A$  - работа, совершенная над газом, [Дж];

$Q_n$  - количество теплоты, полученное от нагревателя, [Дж];  
 $Q_x$  - количество теплоты, переданное холодильнику, [Дж];  
 $\eta$  - КПД теплового двигателя, [Дж];  
 $T_n$  - температура нагревателя, [К];  
 $T_x$  - температура холодильника, [К];  
 $\Delta V$  - изменение объема, [м<sup>3</sup>].

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. Внутренняя энергия данной массы реального газа...

- 1) Не зависит ни от температуры, ни от объема      3) Зависит только от объема  
2) Не зависит ни от каких факторов      4) Зависит от температуры и объема

2. Внутренняя энергия данной массы идеального газа...

- 1) Не зависит ни от температуры, ни от объема      3) Зависит только от температуры  
2) Не зависит ни от каких факторов      4) Зависит только от объема

3. Внутренняя энергия идеального газа уменьшается в процессе

- 1) изотермического расширения      3) адиабатического сжатия  
2) изобарного расширения      4) адиабатического расширения

4. Внутренняя энергия идеального газа не изменяется в процессе

- 1) изотермического расширения      3) адиабатического сжатия  
 2) изобарного расширения          4) адиабатического расширения
5. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изобарный процесс нагревания воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

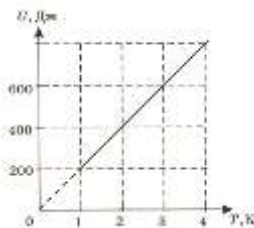
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) Давление	1) Увеличение
Б) Объем	2) Уменьшение
В) Температура	3) Неизменность
Г) Внутренняя энергия	

6. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) Давление	1) Увеличение
Б) Объем	2) Уменьшение
В) Температура	3) Неизменность
Г) Внутренняя энергия	

7. Какую внутреннюю энергию имеет 1 моль гелия при температуре 127° С?  
 8. Внутренняя энергия водорода, находящегося при температуре 300К, составляет 600 кДж. Какова масса этого газа?

9. На рисунке приведен график зависимости внутренней энергии некоторой массы одноатомного идеального газа от температуры  $U = U(T)$ . Используя график, рассчитайте количество молей в данном газе.



10. При изобарном расширении газа на 0,4 м<sup>3</sup> ему было передано 0,6 МДж теплоты. Вычислите изменение внутренней энергии газа, если его давление равно 300 кПа.
11. Чему равен коэффициент полезного действия паровой турбины, если полученное ею количество теплоты равно 1000 МДж, а полезная работа составляет 400 МДж?
12. Вычислите максимальное значение коэффициента полезного действия тепловой машины, если температура нагревателя 127°С, а температура холодильника 27°С.
13. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за один цикл?
14. Вычислите температуру нагревателя идеальной паровой машины с КПД, равным 60 %, если температура холодильника равна 25°С.
15. КПД теплового двигателя равен 42%. Какую температуру имеет холодильник, если температура нагревателя равна 220 °С.
16. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?
17. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?
18. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?
19. Идеальный газ получил количество теплоты 200 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 200 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?
20. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.
21. Какую работу совершил воздух массой 200 гр при его изобарном нагревании на 20 °С? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### 3.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Электростатика».

**Ход работы:**

**3. Теоретическая часть.**

$q_1 + q_2 + \dots + q_n = const$  – закон сохранения электрического заряда.

$F_k = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon \cdot R^2}$  – закон Кулона.

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  – формула для вычисления напряженности электрического поля.

$E = \frac{k \cdot |q_0|}{\varepsilon \cdot R^2}$  – напряженность поля точечного заряда.

$$A = q \cdot E \cdot \Delta d$$

$A = -\Delta W_n$  – формулы для вычисления работы электрического поля.

$W_n = q \cdot E \cdot d$  – потенциальная энергия.

$\varphi = \frac{W_n}{q}$ ;  $\varphi = E \cdot d$  – формулы для вычисления потенциала.

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

$U = \frac{A}{q}$  – формулы для вычисления напряжения.

$E = \frac{U}{\Delta d}$  – связь между напряженностью и напряжением.

$C = \frac{q}{U}$  – емкость конденсатора.

$W_n = \frac{q \cdot U}{2}$ ;  $W_n = \frac{q^2}{2C}$ ;  $W_n = \frac{C \cdot U^2}{2}$ ; – формулы для вычисления энергии заряженного конденсатора.

$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}$  – емкость плоского конденсатора.

<p><math>q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}</math> – заряд протона;  <math>q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}</math> – заряд электрона;  <math>q_1, q_2</math> – электрические заряды, [Кл];  <math>F</math> - сила, [Н];  <math>\varepsilon</math> – диэлектрическая проницаемость среды, [-];  <math>d</math> - расстояние между пластинами конденсатора, [м];  <math>\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}</math> - электрическая постоянная;  <math>C</math> - емкость (или емкость) конденсатора, [Ф].</p>	<p><math>E</math> - напряженность, <math>\left[ \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right]</math> или <math>\left[ \frac{\text{В}}{\text{м}} \right]</math>;  <math>A</math> – работа, [Дж];  <math>U</math> - напряжение, [В];  <math>W_n</math> - потенциальная энергия, [Дж];  <math>\varphi</math> - потенциал, [В] (Вольт);  <math>S</math> - площадь пластин конденсатора, [м<sup>2</sup>];  <math>R</math> – расстояние между телами, [м];</p>
--	---

<b>Диэлектрические проницаемости веществ</b>	
Винипласт.....3,5	Парафинированная бумага.....2,2
Вода.....81	Слюда.....6
Керосин.....2,1	Стекло.....7
Масло.....2,5	Текстолит.....7

#### 4. Практическая часть.

##### Решите задачи:

1. Капля, имеющая положительный заряд  $+e$ , при освещении потеряла один электрон. Каким стал заряд капли?  
1) 0; 2)  $-2e$ ; 3)  $+2e$ ; 4)  $+e$ .
2. С нейтрального тела сняли заряд  $+20$  Кл, а затем передали заряд  $-5$  Кл. В результате тело обладает зарядом  
1)  $-5$  Кл; 2)  $+15$  Кл; 3)  $-20$  Кл; 4)  $-25$  Кл.
3. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?
4. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении расстояния между ними в 3 раза и увеличении заряда одного из тел в 3 раза?
5. Определите силу, с которой притягиваются два заряда  $0,2$  мкКл и  $-12$  нКл в воде на расстоянии  $30$  мм.
6. Заряд равный  $-2$  мкКл помещен в спирт на расстоянии  $5$  см от другого заряда. Определите значение и знак другого заряда, если заряды притягиваются с силой  $0,5$  Н.
7. Два равных электрических заряда, находящихся на расстоянии  $6$  см, отталкиваются с силой  $8,4$  Н. Определите их величину.
8. Два заряда по  $4$  нКл взаимодействуют с силой  $0,8$  мН в воде. Определите расстояние между зарядами.
9. Какова напряженность поля в точке, в которой на заряд  $5$  нКл действует сила  $3 \cdot 10^{-10}$  Н? Определите заряд, создающий поле, если рассматриваемая точка удалена от него на  $100$  мм.
10. На расстоянии  $5$  см от заряда  $4$  нКл, находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля равна  $28,8$  кВ/м. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?
11. Напряженность однородного электрического поля равна  $5$  МН/Кл. Какую работу совершит поле по перемещению заряда  $20$  нКл на  $20$  см по направлению линий напряженности электрического поля?
12. До какого напряжения нужно зарядит конденсатор емкостью  $4$  мкФ, чтобы сообщить ему заряд  $44$  нКл?
13. Наибольшая емкость конденсатора  $60$  мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения  $40$  В?
14. Найдите емкость плоского конденсатора, изготовленного из алюминиевой фольги длиной  $1,5$  м и шириной  $0,9$  м. Толщина парафинированной бумаги  $0,1$  мм.
15. Заряд конденсатора  $4$  нКл, напряжение между пластинами  $500$  В. Рассчитайте энергию заряженного конденсатора.
16. При сообщении конденсатору заряда, равного  $5$  мкКл, его энергия оказалась равной  $0,01$  Дж. Определите напряжение на обкладках конденсатора.
17. Площадь каждой пластины плоского конденсатора  $200$  см<sup>2</sup> и расстояние между ними  $1$  см. Найдите энергию электростатического поля, если напряженность поля равна  $5 \cdot 10^5$  Н/Кл.

### 3.2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Законы постоянного тока. Электрический ток в различных средах».

**Ход работы:**

#### 1. Теоретическая часть.

$I = \frac{U}{R}$  Закон Ома для участка цепи;       $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$  - Закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{q}{t}; \quad U = \frac{A}{q}; \quad R = g \cdot \frac{l}{S}; \quad A = U \cdot I \cdot t; \quad P = \frac{U^2}{R}; \quad Q = I^2 \cdot R \cdot t;$$

$$I_{\text{общ}} = I_1 = I_2;$$

$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$ ; - Законы последовательного соединения проводников

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2;$$

$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2;$$

$U_{\text{общ}} = U_1 = U_2$ ; - Законы параллельного соединения проводников

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2};$$

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

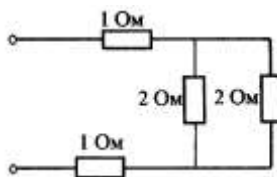
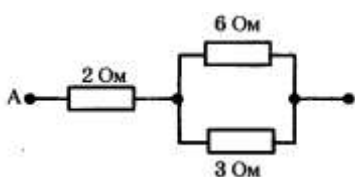
1. Ответьте на вопросы:

- 1) *Электрическим током называется...*
- 2) *За направление тока принимают...*
- 3) *Напряжение на участке можно измерить...*
- 4) *Силу тока на участке цепи измеряют...*
- 5) *Какими носителями электрического заряда создается ток в металлах?*
- 6) *Какими носителями электрического заряда создается ток в газах?*
- 7) *Какими носителями электрического заряда создается ток в растворах или расплавах электролитов?*
- 8) *Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках?*

2. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. За какое время пройдет по проводнику заряд 60 Кл?
3. Линия электропередачи имеет длину 200 км, площадь поперечного сечения алюминиевой токоведущей жилы 150 мм<sup>2</sup>, сила тока в ней 150 А. Определите падение напряжения на линии.
4. Через спираль электроплитки при напряжении 220 В проходит ток 4 А. Какова сила тока в спирали при напряжении 120 В?
5. Чему равно электрическое сопротивление нагревателя, если при силе тока 0,2 А на нем за 4 минуты выделилось 960 Дж теплоты?
6. Количество теплоты, выделяемое за 54 минуты проводником с током, равно 20 кДж. Определите силу тока в проводнике, если его сопротивление равно 10 Ом.
7. Электрическая плитка рассчитана на напряжение 220 В при силе тока 2 А. Сколько тепла выделится в спирали плитки за одну минуту?
8. К источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен реостат, сопротивление которого 6 Ом. Найдите количество теплоты, выделяющееся в цепи за 40 минут.
9. Цепь состоит из трех последовательно соединенных проводников сопротивлением 2; 3 и 5 Ом. Начертите схему цепи. Найдите силу тока в цепи, напряжение на концах каждого проводника, если напряжение на зажимах всей цепи 20 В.
10. Два проводника сопротивлением 4 и 12 Ом соединены параллельно и включены в цепь напряжением 30 В. Найдите силу тока в каждом проводнике и в неразветвленной части цепи. (Начертите схему цепи)



11. На цоколе лампочки карманного фонаря написано: 3,5 В; 0,28 А. Найдите сопротивление в рабочем режиме и потребляемую мощность.
12. На баллоне сетевой лампы накаливания написано: 220 В; 60 Вт. Найдите силу тока и сопротивление в рабочем режиме.
13. В цепь последовательно включены источник тока с ЭДС равной 12 В и два резистора с сопротивлением 2 Ом и 5 Ом. Сила тока в цепи 1А. Найдите внутреннее сопротивление источника.
14. При серебрении изделия на катоде за 30 минут отложилось серебро массой 4,55 гр. Определите силу тока при электролизе. ( $k = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{Кг}{Кл}$ )
15. Нарисовать схему соединения резисторов  $R = 3 \text{ Ом}$ ,  $R = 4 \text{ Ом}$  и  $R = 12 \text{ Ом}$ , при котором общее сопротивление цепи равно 6 Ом.
16. Чему равно сопротивление цепи на рисунке?



### 3.3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Магнитное поле. Электромагнитная индукция».

#### Ход работы:

##### 1. Теоретическая часть.

$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$  - формула, для определения силы Ампера.

$F_{Л} = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$  - формула для определения силы Лоренца.

$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$ ;  $\Phi = L \cdot I$  - формулы для вычисления магнитного потока.

$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ ;  $\varepsilon_i = n \cdot \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ ;  $\varepsilon_i = B \cdot v \cdot l \cdot \sin \alpha$  формулы для вычисления ЭДС индукции.

$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$  - изменение магнитного потока.

$\Delta I = I_2 - I_1$  - изменение силы тока.

$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$ ;  $I = \frac{q}{t}$  - сила индукционного тока.

$\varepsilon_{is} = L \cdot \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$  - формула для вычисления ЭДС самоиндукции.

$W_m = \frac{L \cdot I^2}{2}$  - формула для вычисления энергии магнитного поля.

#### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

$F_A$  - сила Ампера, [Н];

$I$  - сила тока в проводнике, [А];

$B$  - магнитная индукция, [Тл];

$\Phi$  - магнитный поток, [Вб];

$\Delta \Phi$  - изменение магнитного потока, [Вб];

$l$ – длина проводника, [м]; $\alpha$ – угол; $F_L$ – сила Лоренца, [Н]; $q$ – заряд частицы, [Кл]; $v$ – скорость, [м/с]; $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ – скорость изменения магнитного потока, [Вб/с]; $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ – скорость изменения силы тока, [А/с];	$\mathcal{E}_i$ – ЭДС индукции, [В]; $\mathcal{E}_{is}$ – ЭДС самоиндукции, [В]; $n$ – число витков, [-]; $\Delta t$ – время, [с]; $L$ – индуктивность, [Гн]; $W_m$ – энергия магнитного поля, [Дж]; $\Delta I$ – изменение силы тока, [А]; $R$ – сопротивление, [Ом]; $S$ – площадь, [м <sup>2</sup> ].
---	--

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. В однородное магнитное поле внесен проводник с током, направление которого указано на рис.1 – рис.5. Определите направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.
2. Определите направление тока в проводнике, находящемся в однородном магнитном поле, если действующая на проводник сила имеет направление, указанное на рис.6.
3. Определите направление вектора магнитной индукции, если сила Ампера и сила тока направлены так, как указано на рис.7 – рис.9.

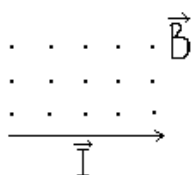


рис.1

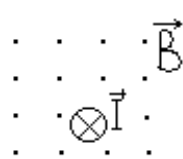


рис.2

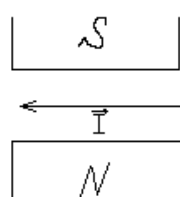


рис.3

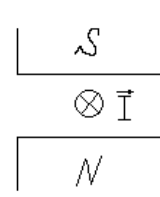


рис.4

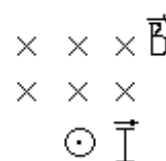


рис.5

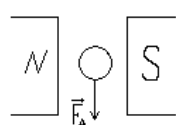


рис.6

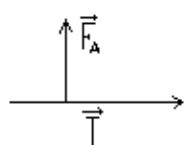


рис.7

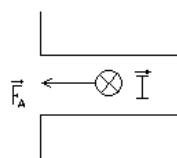


рис.8

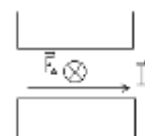


рис.9

4. Какая сила действует на провод длиной 30 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 5,2 Тл, если ток в проводе 10 А, а угол между направлением тока и линиями магнитной индукции 30°?
5. На провод с током длиной 1 м магнитное поле действует с силой 0,4 Н. Определите силу тока в проводе, если известно, что угол между направлением тока и линиями магнитной индукции 60°, а магнитная индукция равна 4 мТл.
6. На проводник длиной 50 см с током 2 А однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл действует с силой 0,05 Н. Вычислите угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.
7. В однородном магнитном поле, индукция которого равна 4 Тл, движется электрон со скоростью 0,2 Мм/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вычислите силу, действующую на электрон.
8. Электрон движется по окружности радиуса 10 см в однородном магнитном поле с индукцией 4 мТл перпендикулярно линиям индукции. Определите скорость движения электрона.

9. Частица с зарядом  $2 \cdot 10^{-15} \text{ Кл}$  движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией  $0,07 \text{ Тл}$ . Определите радиус орбиты частицы, если ее скорость  $1900 \text{ м/с}$ .
10. Магнитный поток через катушку, состоящую из  $75$  витков, равен  $4,8 \text{ мВб}$ . Рассчитайте время, за которое должен исчезнуть этот поток, чтобы в катушке возникла ЭДС индукции, равная  $0,74 \text{ В}$ . Определите силу индукционного тока, если сопротивление катушки  $0,24 \text{ Ом}$ .
11. Катушка перемещается в магнитном поле, индукция которого  $2 \text{ Тл}$ , со скоростью  $0,6 \text{ м/с}$ . ЭДС индукции равна  $24 \text{ В}$ . Найдите активную длину проволоки в катушке, если активные части ее перемещаются перпендикулярно линиям индукции.
12. Определите индуктивность катушки, если при равномерном изменении тока в ней за  $0,1 \text{ с}$  от нуля до  $10 \text{ А}$  возникла ЭДС самоиндукции  $60 \text{ В}$ .
13. Определите энергию магнитного поля катушки, в котором при токе  $7,5 \text{ А}$  магнитный поток равен  $2,3 \text{ Вб}$ . Число витков в катушке -  $120$ . Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится в  $3$  раза?
14. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого  $0,03 \text{ Ом}$ , при уменьшении магнитного потока внутри витка на  $12 \text{ мВб}$ ?
15. Какова скорость изменения силы тока в обмотке реле с индуктивностью  $3,5 \text{ Гн}$ , если в ней возбуждается ЭДС самоиндукции  $105 \text{ В}$ .
16. Катушку с ничтожно малым сопротивлением и индуктивностью  $3 \text{ Гн}$  присоединяют к источнику тока с ЭДС  $15 \text{ В}$  и ничтожно малым внутренним сопротивлением. Через какой промежуток времени сила тока в катушке достигнет  $50 \text{ А}$ ?
17. Индуктивность катушки  $0,2 \text{ мГн}$ . При каком токе энергия магнитного поля равна  $0,2 \text{ мкДж}$ ?
18. В катушке, индуктивность которой равна  $0,4 \text{ Гн}$ , возникла ЭДС, равная  $20 \text{ В}$ . Рассчитайте изменение силы тока и энергию магнитного поля катушки, если это произошло за  $0,2 \text{ с}$ .
19. Проволочное кольцо радиусом  $5 \text{ см}$  расположено в однородном магнитном поле, индукция которого равна  $1 \text{ Тл}$  так, что вектор индукции перпендикулярен плоскости кольца. Определите ЭДС индукции, возникающую в кольце, если его повернуть на угол  $90^\circ$  за время, равное  $0,1 \text{ с}$ .
20. Размеры катушки изменили так, что ее индуктивность увеличилась в  $2$  раза. Ток в катушке уменьшили в  $2$  раза. Как изменилась энергия магнитного поля катушки?
21. Ток в катушке уменьшился с  $12$  до  $8 \text{ А}$ . При этом энергия магнитного поля катушки уменьшилась на  $2 \text{ Дж}$ . Какова индуктивность катушки и энергия ее магнитного поля в обоих случаях?

### 3.4 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Механические и электромагнитные колебания».

**Ход работы:**

#### 1. Теоретическая часть.

$$x(t) = X_{\max} \cdot \sin \omega t;$$

$$x(t) = X_{\max} \cdot \cos \omega t$$

- уравнения механических колебаний (общий вид).

$T = \frac{t}{N}$  - формула для определения периода колебаний.

$\nu = \frac{N}{t}$  - формула для определения частоты колебаний.

$T = \frac{1}{\nu}$ ;  $\nu = \frac{1}{T}$  - связь между периодом и частотой колебаний.

$\omega = 2\pi \cdot \nu$  - формула для определения циклической частоты.

$\varphi = \omega \cdot t$  - формула для определения фазы колебаний.

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$  - формула для определения периода колебаний математического маятника.

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$  - формула для определения периода колебаний пружинного маятника.

$$q = q_{\max} \cdot \cos \omega t$$

$i = I_{\max} \cdot \cos \omega t$  - уравнения электромагнитных колебаний.

$$u = U_{\max} \cdot \cos \omega t$$

$$W_m = \frac{Li^2}{2}$$

$$W_e = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}$$

превращения энергии в колебательном контуре.

$$W_{э/м} = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{q^2_{\max}}{2C} = \frac{LI^2_{\max}}{2}$$

$T = 2\pi\sqrt{LC}$  - Формула Томсона (формула для вычисления периода колебаний).

$I_o = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$  - действующее значение силы тока.

$U_o = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$  - действующее значение напряжения.

$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$ ;  $X_c = \frac{1}{2\pi \cdot \nu \cdot C}$ ; - формулы для вычисления емкостного сопротивления.

$X_L = \omega \cdot L$ ;  $X_L = 2\pi \cdot \nu \cdot L$ ; - формулы для вычисления индуктивного сопротивления.

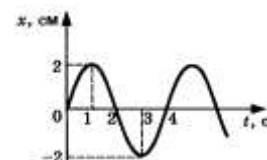
$I_o = \frac{U_o}{R}$ ;  $I_o = \frac{U_o}{X_c}$ ;  $I_o = \frac{U_o}{X_L}$  - формулы для вычисления действующего значения силы тока.

$k = \frac{N_1}{N_2}$ ;  $k = \frac{U_1}{U_2}$ ;  $k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$  - формулы для нахождения коэффициента трансформации.

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. Пружинный маятник совершил 16 колебаний за 4 секунды. Определите период и частоту его колебаний.
2. Нитяной маятник колеблется с частотой 2 Гц. Определите период колебаний и число колебаний в минуту.
3. Период собственных малых колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4



4. На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  тела от времени  $t$  при гармонических колебаниях вдоль оси  $Ox$ . Чему равны амплитуда  $x_{\max}$  колебаний,  $T$  период колебаний и  $\nu$  частота колебаний?
5. Уравнение движения гармонического колебания имеет вид:  $x = 0,06 \cdot \cos 100\pi t$ . Каковы амплитуда, частота и период колебаний?
6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если ее отклонить от положения равновесия на 20 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 10 см? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1)увеличится; 2)уменьшится; 3)не изменится.

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

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

7. Вычислите действующее значение силы тока, если амплитуда силы тока 200 мА.
8. Вычислите амплитудное значение напряжения, если действующее значение напряжения 120 В.
9. Определите емкостное сопротивление конденсатора емкостью 20 мкФ при частоте переменного тока 2 МГц.
10. Какова емкость батареи конденсаторов, сопротивление которой в цепи переменного тока стандартной частоты равно 40 Ом?
11. Определите индуктивное сопротивление катушки, если индуктивность ее 4 мГн, а частота 200 Гц.
12. Индуктивное сопротивление катушки 35 Ом. Определите индуктивность катушки, если циклическая частота переменного тока 500 Гц?
13. Катушка включена в цепь переменного тока стандартной частоты. При напряжении 220 В сила тока равна 5 А. Какова индуктивность катушки?
14. Конденсатор включен в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в цепи 120 В. Сила тока в цепи этого конденсатора 3 А. Какова емкость конденсатора?
15. Трансформатор понижает напряжение от значения 22кВ до значения 110В. Во вторичной его обмотке 110 витков. Сколько витков содержится в его первичной обмотке?
16. Амплитуда силы тока при свободных колебаниях в колебательном контуре 100 мА. Какова амплитуда напряжения на конденсаторе, если  $L=1$ Гн,  $C=1$  мкФ?
17. В колебательном контуре электроемкость 60 мкФ, индуктивность 75 Гн. Конденсатор зарядили до напряжения 100 В. Найдите электрическую энергию, сообщенную конденсатору, и максимальный ток в контуре.
18. На какой диапазон частот можно настроить колебательный контур, если его индуктивность равна 2 мГн, а емкость может меняться от 69 пФ до 533 пФ?
19. Индуктивность колебательного контура 500 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 1 МГц. Какую емкость следует выбрать?
20. При измерении индуктивности катушки частота электрических колебаний в контуре оказалась 1МГц. Емкость эталонного конденсатора 200 пФ. Какова индуктивность катушки?

### 3.5 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Механические и электромагнитные волны».

**Ход работы:**

#### 1. Теоретическая часть.

$T = \frac{t}{N}$  - формула для определения периода колебаний.

$\nu = \frac{N}{t}$  - формула для определения частоты колебаний.

<i>Механические волны:</i>	<i>Электромагнитные волны</i>
$\lambda = \nu \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.	$\lambda = c \cdot T$ - формула для определения длины волны через период.
$\lambda = \frac{\nu}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.	$\lambda = \frac{c}{\nu}$ - формула для определения длины волны через частоту.

$T = \frac{1}{\nu}, \nu = \frac{1}{T}.$ <p><math>\lambda</math> - длина волны [м];  <math>\nu</math> - скорость [м/с];  <math>\nu</math> - частота колебаний [Гц];  <math>T</math> - период колебаний [с].</p>	<p><math>T = 2\pi\sqrt{LC}</math> - Формула Томсона (формула для вычисления периода колебаний).</p> <p><math>R = \frac{c \cdot t}{2}</math> - расстояние до цели (ее местонахождение).</p> <p><math>\lambda</math> - длина волны, [м];</p> <p><math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}</math> - скорость;</p> <p><math>\nu</math> - частота колебаний, [Гц];  <math>T</math> - период колебаний, [с];  <math>C</math> - емкость конденсатора, [Ф];  <math>L</math> - индуктивность катушки, [Гн];  <math>R</math> - расстояние, [м];  <math>t</math> - время, [с].</p>
--	--

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. Ответьте на вопросы:
  - 1) Волна – это...
  - 2) Тембр звука – это...
  - 3) Громкость звука – это...
  - 4) Эхо – это...
  - 5) Когерентные источники – это...
  - 6) Перечислите виды электромагнитных излучений.
  - 7) Перечислите виды радиосвязи.
2. С какой скоростью распространяется волна, если длина волны 2 м, а период колебаний частиц в волне 0,2 с?
3. Лодка качается на волне с частотой 0,5 Гц. Какова скорость этой волны, если расстояние между соседними гребнями равно 3 м?
4. Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8 м. Кроме того, он подсчитал, что за 1 минуту мимо него прошло 24 волновых гребня. Определите скорость распространения волны.
5. Скорость распространения волны равна 400 м/с, а длина её — 2 м. Вычислите, какое количество полных колебаний будет совершено данной волной за время, равное 0,1 с?
6. Упругая волна переходит из одной среды, в которой ее скорость равна  $\nu$ , в среду, где ее скорость в 2 раза меньше. Как изменяется частота и длина волны?
7. Происходит ли перенос вещества и энергии при распространении бегущей волны в упругой среде?
8. Наблюдатель услышал раскат грома спустя 6 с после вспышки молнии. На каком расстоянии произошел грозовой разряд.
9. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 2 мс, возбуждает в воде волны длиной 2,9 м.
10. При настройке приемника индуктивность катушки колебательного контура возросла в 4 раза, а емкость конденсатора увеличилась в 9 раз. Как изменилась длина волны принимаемых радиоволн?
11. Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону  $i = 0,2 \sin 2 \cdot 10^5 \pi t$  (А). Чему равна длина излучаемой волны? Найдите период и частоту колебаний.

12. Радиолокационный импульс, отраженный от цели, возвратился через 0,8 мкс после излучения локатором. Чему равно расстояние от локатора до цели?
13. Ретранслятор телевизионной программы «Орбита» установлен на спутнике связи «Радуга», который движется по круговой орбите на высоте 36000 км над поверхностью Земли, занимая постоянное положение относительно Земли. Сколько времени распространяется сигнал от передающей станции до телевизоров системы «Орбита»?
14. Радиопередатчик работает на частоте 6 МГц. Рассчитайте индуктивность выходного контура передатчика, если его емкость 100 пФ.
15. Радиостанция ведет передачу на частоте 75 МГц. Найдите длину волны.
16. В радиоприемнике один из коротковолновых диапазонов может принимать передачи, длина волны которых 24-26 м. Найдите частотный диапазон.
17. Катушка приемного контура радиоприемника имеет индуктивность 1 мкГн. Какова емкость конденсатора, если идет прием станции, работающей на длине волны 1000 м?
18. На 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?
19. Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 300 м за время, равное периоду звуковых колебаний с частотой 2 кГц?

### 3.6 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Световые волны».

#### Ход работы:

##### 1. Теоретическая часть.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \text{const}; \quad n = \frac{c}{v}; \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$\Delta d = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{max (усиление света);} \quad \Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{min (ослабление света).}$$

$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$$

Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы
1	0,0175	0,0175	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
2	0,0349	0,0349	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
3	0,0523	0,0524	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
4	0,0698	0,0699	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
5	0,0872	0,0875	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
6	0,1045	0,1051	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
7	0,1219	0,1228	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
8	0,1392	0,1405	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
9	0,1564	0,1584	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605



$c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$  - скорость света в вакууме.

$n$  - показатель преломления, [-];

$\alpha$  - угол падения;

$\gamma$  - угол отражения;

$\beta$  - угол преломления;

$\lambda$  - длина волны, [м];

$v$  - скорость, [м/с];

$\nu$  - частота колебаний, [Гц].

10	0,1736	0,1763	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
11	0,1908	0,1944	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
12	0,2079	0,2126	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
13	0,2250	0,2309	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
14	0,2419	0,2493	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
15	0,2588	0,2679	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,737
16	0,2756	0,2867	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
17	0,2924	0,3057	47	0,7314	1,72	77	0,9744	4,331
18	0,3090	0,3249	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
19	0,3256	0,3443	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
20	0,3420	0,3640	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
21	0,3584	0,3839	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
22	0,3746	0,4040	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
23	0,3907	0,4245	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
24	0,4067	0,4452	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
25	0,4226	0,4663	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
26	0,4384	0,4877	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
27	0,4540	0,5095	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
28	0,4695	0,5317	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
29	0,4848	0,5543	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
30	0,5000	0,5774	60	0,8660	1,732	90	1,0000	

Вещество	Показатель преломления относительно воздуха
Вода (при 20 °С)	1,33
Кедровое масло (при 20 °С)	1,52
Сероуглерод (при 20 °С)	1,63
Лед	1,31
Каменная соль	1,54
Кварц	1,54
Рубин	1,76
Алмаз	2,42
Различные сорта стекла	от 1,47 до 2,04

Красный	$(7,6-6,2)10^{-7}$ м	Зеленый	$(5,6-5)10^{-7}$ м
Оранжевый	$(6,2-5,9)10^{-7}$ м	Голубой	$(5-4,8)10^{-7}$ м
Желтый	$(5,9-5,6)10^{-7}$ м	Синий	$(4,8-4,5)10^{-7}$ м
		Фиолетовый	$(4,5-3,8)10^{-7}$ м

## 2. Практическая часть.

### Решите задачи:

1. Ответьте на вопросы:

- 1) Астрономическим методом впервые измерил скорость света:  
А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) Г. Герц; Г) Х. Гюйгенс; Д) А.С. Попов.
- 2) Какой ученый впервые измерил скорость света лабораторным методом?  
А) И. Физо; Б) О. Ремер; В) А. Майкельсон; Г) Х. Гюйгенс; Д) Т. Юнг.
- 3) Постоянная величина, входящая в закон преломления света, называется...
- 4) Показатель преломления среды относительно вакуума называют...
- 5) Волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз, называют...
- 6) Зависимость показателя преломления вещества от частоты (длины) волны называется....
- 7) Минимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:

А)  $\Delta d = k \cdot \lambda$ ;    Б)  $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;    В)  $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ ;    Г)  $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;    Д)

$\Delta d = k \cdot \lambda^2$

- 8) Максимумы при интерференции от двух источников возникают при условии:

А)  $\Delta d = k \cdot \lambda$ ;    Б)  $\Delta d = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;    В)  $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ ;    Г)  $d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;    Д)

$$\Delta d = k \cdot \lambda^2$$

- 9) Огибание волной малых препятствий называется....
- 10) Сложение двух когерентных волн называется.....
- 11) Способность электромагнитной волны проходить через одноосный кристалл в определенном направлении называется.....
2. Показатель преломления воды для красного света 1,331, а для фиолетового 1,343. Найдите скорости распространения этих волн в воде.
3. Длина волны красного света в воздухе 780 нм. Найдите частоту колебаний.
4. Частота света  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равна длина волны в воздухе, соответствующая этой частоте, и какова окраска света этой частоты?
5. Два когерентных световых пучка достигают некоторой точки пространства с разностью хода 2 мкм. Что произойдет в этой точке: усиление или ослабление света, если свет 1) красного цвета ( $\lambda = 760$  нм); 2) желтого цвета ( $\lambda = 600$  нм); 3) фиолетового цвета ( $\lambda = 400$  нм).
6. Сравнить скорость света во льду и каменной соли.
7. Свет падает на поверхность рубина.
- а) Каков угол преломления, если угол падения  $30^\circ$ ?
- б) Каков угол падения, если угол преломления  $15^\circ$ ?
8. Луч света переходит из воды в алмаз, угол падения равен  $40^\circ$ . Найдите угол преломления.
9. Найдите показатель преломления алмаза, если предельный угол полного отражения для алмаза равен  $25^\circ$ .
10. Луч света падает на поверхность льда под углом  $30^\circ$ . Под каким углом должен упасть луч на поверхность воды, чтобы угол преломления оказался таким же?
11. Почему пальцы, опущенные в воду, кажутся короткими? Объясните?
12. Построить изображение в собирающей линзе, если предмет находится между линзой и ее главным фокусом.
13. Построить изображение в рассеивающей линзе, если предмет находится за двойным фокусом.
14. Найдите период решетки, если дифракционное изображение первого порядка получено на расстоянии 2,43 см от центрального, а расстояние от решетки до экрана 1 м. Решетка была освещена светом с длиной волны 486 нм.
15. Излучают ли обычные источники света когерентные волны?
16. Каков характер световых волн?
17. Как меняется частота фиолетового излучения при переходе луча из вакуума в воду?

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ 4. СТРОЕНИЕ АТОМА И КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### 4.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СТРОЕНИЕ АТОМА И КВАНТОВАЯ ФИЗИКА»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения качественных и вычислительных задач по теме «Строение атома. Физика ядра».

Ход работы:

### 1. Теоретическая часть.

$A=Z+N$ :  $A$  – массовое число ядра,  $Z$  – число протонов – заряд ядра,  $N$  – число нейтронов.

2.  $E = \Delta m c^2$  – энергия связи ядра, где  $\Delta m = (Nm_n + Zm_p) - M_A$

#### ОК-11.27 СТРОЕНИЕ АТОМНОГО ЯДРА

**Искусственное превращение атомных ядер**  
Резерфорд (1919 г.):  ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$   $m_p = 1838,6 m_e$ , протон (p)

**Открытие нейтрона**  
И. Кюри и Ф. Жолио-Кюри (фр.)  
Дж. Чедвик (1932 г.)  
 ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$   
нейтрон  $m_n = 1836,1 m_e$

**Модель ядра (протонно-нейтронная)**  
Д. Иваненко (сов.), В. Гейзенберг (нем.) (1932 г.)

$A = Z + N$

$A$  – массовое число  
 $Z$  – зарядовое число  
 $N$  – кол-во нейтронов

**Ядерные силы**  
короткодействующие  
(в 100 раз > F электр.)

**Энергия связи атомных ядер**  
энергия, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц

$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_A$  – дефект массы  
 $E_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_A) c^2$  – энергия связи ядра  
 $E$  (при образ. 4 г He) =  $E$  (при сгорании 1,5–2 вагонов кам. угля)

**Удельная энергия связи**

**Ядерные реакции на быстрых протонах (1932 г.)**  
 ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$   
**на нейтронах**  
 ${}^{27}_{11}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{28}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He}$

**Энергетический выход ядерной реакции**  
 $E_{вых} = (E_{\alpha} + E_{\beta})_{пр} - (E_{\alpha} + E_{\beta})_{исх}$

#### ОК-11.28 ЯВЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ

*способность нестабильных ядер превращаться в другие ядра, сопровождающееся испусканием различных частиц*

**Открытие радиоактивности**  
А. Беккерель (фр.) – 1896 г.  
(соли U самопроизвольно излучают)  
М. и П. Кюри (фр.) – 1898 г.  
(излучение Th, Po, Ra)

**Опыт Э. Резерфорда**

**Физическая природа и свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений**

	природа	скорость	отклонение в ЭП и МП	проникающая способность
$\alpha$ -частицы	ядра атома He	15 000 км/с	отклоняются в ЭП и МП	маленькая: задерживает слой бумаги 0,1 мм
$\beta$ -лучи	электроны	скорости различны	отклоняются в ЭП и МП сильнее $\alpha$ -частиц	большая: задерж-ся слоем Al в неск. мм
$\gamma$ -лучи	ЭМ волны	300 000 км/с	не отклоняются в ЭП и МП	большая: задерж-ся слоем Pb в неск. мм

**Закон радиоактивного распада**  
 $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

**Правило смещения**  
при  $\alpha$ -распаде:  ${}^M_Z\text{X} \rightarrow {}^{M-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$   
при  $\beta$ -распаде:  ${}^M_Z\text{X} \rightarrow {}^M_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}e$

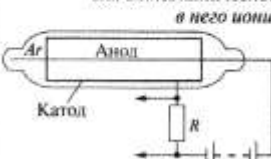
**Период полураспада  $T$**  – время, в течение которого распадается половина данного кол-ва радиоактивных ядер.  
( $T_U = 4,5$  млрд. лет,  $T_{Ra} = 1600$  лет)

**Изотопы**  
Ф. Содди (англ.) – 1911 г. опыт Дж. Томсона (англ.) – 1912 г.  
предположение о существовании подтверждение  
–  $q$ , одинаков (одинаковые хим. свойства)  
–  $m$  атома разная (различные физ. свойства)  
Пример изотопов: водород – дейтерий – тритий

**ОК-11.25 МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**


**Принцип действия**  
 неустойчивое состояние → устойчивое состояние  
 частица → регистрирующий прибор → регистрирующий прибор

**Счетчик Гейгера**  
 для автоматического подсчета числа попавших в него ионизирующих частиц.




Принцип действия: ударная ионизация. Регистрирует только  $\alpha$  и  $\gamma$ -кванты (фотонов большой энергии)

**Камера Вильсона (1912 г.)**  
 Принцип действия: конденсация перенасыщенного пара. П. Л. Капица и Д. В. Скобельцын – камеру Вильсона в однородное магнитное поле.



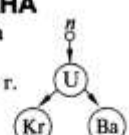
**Пузырьковая камера (Д. Глезер амер. – 1952 г.)**  
 Жидкость при  $t > t_c$ , нет кипения, т.к. велико  $r$ . При резком  $\downarrow p \Rightarrow$  жидкость перегретая. Ионы – центры парообразования  $\Rightarrow$  вдоль пути частицы  $\Rightarrow$  след (трек). Преимущество: большая плотность рабочего вещества  $\Rightarrow$  треки короче  $\Rightarrow$  наблюдают серию превращений частиц.



**Метод толстослойных фотоэмульсий (Л. В. Мысовский и А. П. Жданов)**  
 Кристаллики AgBr расщепляются под действием элем. частиц  $\Rightarrow$  скрытое изображение  $\Rightarrow$  при проявлении восстан. металл. серебро  $\Rightarrow$  трек (аналог фотографии).  
 Большая плотность фотоэмульсии  $\Rightarrow$  треки короткие.  
 Преимущество: время экспозиции велико  $\Rightarrow$  можно регистрировать редкие явления.

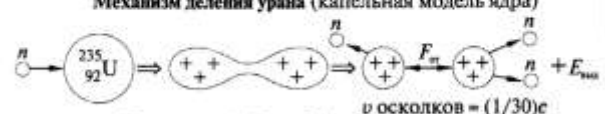
**ОК-11.28 ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА**

**Открытие деления урана**  
 О. Ган, В Штрассман (нем.) – 1938 г.  
 О. Фриш (англ.), Л. Мейтнер (австр.) – 1939 г.  
 Деление ядер возможно, т.к.:  
 $M_U > M_{Ba} + M_{Kr} \Rightarrow \Delta E_{max} = \Delta M_{max} c^2$



При делении ядра:  $\frac{E_{изл.}}{A} \uparrow$  на 1 МэВ  $\Rightarrow \Delta E_{max} = 200$  МэВ (168 МэВ на  $E_{\alpha}$  осколков)

**Механизм деления урана (капельная модель ядра)**



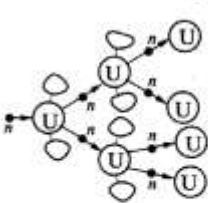
$\nu$  осколков =  $(1/30)e$   
 $E(\text{деления } 1 \text{ г } U) = E(\text{сгорания } 2,5 \text{ т нефти})$

**Спонтанное деление ядер урана**  
 Г. Н. Флеров, К. А. Петряков (СССР) – 1940 г.

**Ценные ядерные реакции**

Естественный U  $\xrightarrow{1 \text{ атом}}$   $^{235}_{92}\text{U}$  делятся быстрыми и медленными n  
 $\xrightarrow{140 \text{ атомов}}$   $^{238}_{92}\text{U}$  делятся быстрыми ( $E > 1$  МэВ) 60% быстрых n, но! только 1/5 вызывает деление

**Коэффициент размножения нейтронов  $k$**   
 $k = \frac{N_n \text{ в каком-либо "поколении"} }{N_n \text{ в предшествующем "поколении"}}$   
 ( $k < 1$  – затухает,  $k > 1$  – взрыв,  $k = 1$  – спокойное течение)



**Образование плутония**  
 $^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow ^{239}_{92}\text{U} \quad (T_U = 23 \text{ мин})$   
 $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\nu_e \quad (T_{Np} = 2 \text{ дня})$   
 $^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{239}_{94}\text{Pu} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\nu_e \quad (T_{Pu} = 24 \text{ 000 лет})$   
 $^{239}_{94}\text{Pu}$  делятся медленными n

## 2. Практическая часть.

1. Определите состав ядер свинца и платины.
2. На сколько уменьшилась энергия атома, если при переходе из одного энергетического состояния в другое атом излучил свет длиной волны  $6,56 \cdot 10^{-7}$  м?
3. В какое ядро превращается сурьма после четырех  $\beta$ -распадов?
4. В какое ядро превращается торий после трех последовательных  $\alpha$ -распадов?
5. Каким образом можно осуществить давнюю мечту алхимиков средневековья — превратить ртуть в золото?
6. Каково строение атомов ядра атома магния? Аллюминия?
7. Чем отличаются ядра атомов изотопа кислорода?
8. Вычислите дефект массы ядра кислорода.
9. Как зарядить цинковую пластину, закрепленную на стержне электрометра, положительным зарядом, имея электрическую дугу, стеклянную палочку и лист бумаги? Палочкой прикасаться к пластине нельзя.
10. При какой минимальной энергии квантов произойдет фотоэффект на цинковой пластине?
11. Найти красную границу фотоэффектов для калия.

12. При облучении атом водорода перешел из первого энергетического состояния в третье. При возвращении в исходное он сначала перешел из третьего во второе, а затем из второго в первое. Сравнить энергии фотонов, поглощенных и излученных атомом.
13. Для ионизации атома азота необходима энергия 14, 53эВ. Найти длину волны излучения, которая вызовет ионизацию.
14. Чем объясняется, что счетчик Гейгера регистрирует возникновение ионизированных частиц и тогда, когда поблизости от него нет радиоактивного препарата?
15. Каковы преимущества кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?
16. При бомбардировке изотопа бора  ${}^10_5\text{B}$  нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается  $\alpha$ -частица. Написать реакцию.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ 5.ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

### 5.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ»

**Цель работы:** научиться применять полученные теоретические знания для решения задач по теме «Эволюция вселенной»

Ход работы:

#### 1. Теоретическая часть.

The diagram features a light blue rounded rectangle containing the formula for relativistic mass: 
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
 Below the formula is a light blue oval containing the following definitions:  $m$  – масса движущегося тела  
 $m_0$  – масса покоящегося тела  
 $v$  – скорость движения тела  
 $c$  – скорость света

	Популяция I	Популяция II
Возраст	От молодых до старых (10 <sup>6</sup> -10 <sup>9</sup> лет)	Старые (порядка 10 <sup>10</sup> лет)
Цвет	Голубые	Красные
Положение	Диск (в основном в рукавах)	Гало и балдж
Орбита	Почти круговая в плоскости диска	Пересекающая диск
Содержание тяжёлых элементов	Высокое, как в Солнце	Низкое (0,1-1 % солнечного)

Тип скопления	Количество звёзд в скоплении	Радиус	Расположение
Рассеянное	От десятков до нескольких тысяч	2-6 пк (7-20 св. лет)	В спиральных рукавах диска
Шаровое	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	12-50 пк (40-160 св. лет)	Гало и балдж

## 2. Практическая часть.

1. С какой скоростью обращается Солнце вокруг центра Галактики
2. Что находится в центре Млечного Пути
3. Перечислите основные типы галактик
4. Что такое красное смещение
5. С помощью какого эффекта объясняют красное смещение в спектрах галактик.
6. Сформулируйте закон Хаббла
7. Определите массу Юпитера по движению его спутника Ио, если спутник обращается вокруг Юпитера по круговой орбите на расстоянии  $a = 422 \cdot 10^3$  км, с периодом  $T = 1,769$  сут.
8. Во сколько раз звезда сверхгигант со светимостью в 10000 L больше, чем звезда главной последовательности, если их температуры одинаковы и равны 5800 K?
9. Определите массу Марса по движению его спутника Деймоса, среднее расстояние которого до планеты  $a = 23\ 000$  км, период обращения 1,26 сут.
10. Во время великого противостояния Марса, когда он сблизился с Землей на расстояние 0,4 а. е., измеренный угловой диаметр Марса был равен 23. Определите линейный диаметр Марса.
11. Когда Земля 4 января находится в перигелии, Солнце движется по небу с угловой скоростью 61 в сутки, а 4 июля, когда Земля в афелии 57 в сутки. Определите эксцентриситет земной орбиты.
12. Во время вспышки на Солнце было выброшено облако плазмы со скоростью 1000 км/с. За какое время облако плазмы, двигаясь с постоянной скоростью, достигнет Земли?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основные источники (для студентов):*

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования.
2. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. Физика 10. – М., 2014 год.
3. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. Физика 11. – М., 2014 год.
4. Рымкевич А.М. Сборник задач по физике для 10-11 классов. – 2014.

### *Дополнительные источники (для студентов):*

1. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учеб. пособие для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
3. Дмитриева В. Ф., Васильев Л. И. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В. Ф. Дмитриева, Л. И. Васильев. — М., 2014.
4. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В. Ф. Дмитриева, А. В. Коржуев, О.В. Муртазина. — М., 2015.
5. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: электронный учеб.-метод. комплекс для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
6. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: электронное учебное издание (интерактивное электронное

приложение) для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.

7. Касьянов В. А. Иллюстрированный атлас по физике: 10 класс.— М., 2010.
8. Касьянов В. А. Иллюстрированный атлас по физике: 11 класс. — М., 2010.
9. Трофимова Т. И., Фирсов А. В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: Сборник задач. — М., 2013.
10. Трофимова Т. И., Фирсов А. В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: Решения задач. — М., 2015.
11. Трофимова Т. И., Фирсов А. В. Физика. Справочник. — М., 2010.
12. Фирсов А. В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования / под ред. Т. И. Трофимовой. — М., 2014.