

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет энергетики и природопользования  
Кафедра математики, физики и информатики**

М.В. Панов, Е.А. Панкова

# **Контрольные задания по физике**

Методическое указание  
для бакалавров направлений подготовки: 09.03.03 –  
«Прикладная информатика: прикладная информатика в  
экономике», 13.03.02. – «Электроэнергетика и  
электротехника: электроснабжения»

*Брянск-2015*

УДК 53(07)  
ББК 22.3  
П-16

Панов М.В. Контрольные задания по физике / М.В. Панов, Е.А. Панкова–  
Брянск: Брянский ГАУ, 2015. - 75 с.

Методическое указание «Контрольные задания по физике» составлены в соответствии с Государственным стандартом высшего образования для бакалавров для бакалавров направлений подготовки: 09.03.03 – «Прикладная информатика: прикладная информатика в экономике», 13.03.02. – «Электроэнергетика и электротехника: электроснабжения»

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 4 от 27.04.15.

Рецензент :  
к.т.н., доцент  
зав. кафедрой электрооборудования  
и автоматики

В.А. Безик

© М.В. Панов, 2015  
© Е.А. Панкова, 2015  
© Брянский ГАУ, 2015

## Оглавление:

Единицы СИ. Математический аппарат .....	3
Расчетные формулы.....	7
Примеры задач.....	39
Блок задач. Кинематика.....	47
Динамика.....	51
Законы сохранения энергии.....	53
Механика жидкостей.....	57
Электростатика.....	60
Постоянный ток.....	61
Магнетизм.....	63
Оптика. Элементы фотометрии.....	64
Волновая оптика, квантовые свойства света .....	69
Физика атомного ядра.....	70
Ответы.....	74

## Введение

### *Роль физики в экономике.*

Переход к рыночной экономике потребовало новых подходов к организации и технологии управления предприятием, что в свою очередь, предъявило новые требования к подготовке специалистов высшего звена, профессиональная деятельность которых осуществляется в сфере управления предприятием.

Знание технологии производства, умение выбирать оптимальные технические средства, прогнозирование прибыли и убытков и расчет экономической эффективности. Все это, и многое другое позволяет сделать физика.

Рыночная экономика требует специалиста обширного профиля, со структурированным набором знаний.

В данном методическом пособии приведены различного рода задачи, помогающие в освоении экономических задач.

### Единицы СИ (система интернациональная)

#### Единицы физических величин СИ (основные и дополнительные)

величина		Единица	Связь с внесистемными единицами СИ
наименование	обозначение		
Длина	l	Метр (м)	1 см = 10 <sup>-2</sup> м 1 км = 10 <sup>3</sup> м
Масса	m	Килограмм (кг)	1 г = 10 <sup>-3</sup> кг 1 ц = 10 <sup>2</sup> кг 1 т = 10 <sup>3</sup> кг
Время	t	Секунда (с)	1 мин = 60 с 1 ч = 3600 с
Термодинамическая температура	T	Кельвин (К)	$\Delta t^{\circ}C = \Delta T K$ T K = t <sup>0</sup> C + 273,15 K
Сила тока	I	Ампер (А)	
Сила света	I	Кандела (кд).	
Количество вещества	v	моль	1 кмоль = 10 <sup>3</sup> моль
Плоский угол	$\varphi = \frac{l}{R}$	РадIAN (рад)	$1^{\circ} = \frac{\pi}{180}$ рад $1 \text{ рад} = \frac{180}{\pi}$ полный плоский угол равен 2π
Телесный угол	$\Omega = \frac{S}{R^2}$	СтерАдиан (ср)	полный телесный угол равен 4π

# Математический аппарат физики

## Основные правила перевода единиц.

1. Перевести  $1 \text{ мм}^2$ ,  $1 \text{ см}^2$  и  $1 \text{ дм}^2$  в  $\text{м}^2$ .

Зная, что  $1 \text{ м} = 10^3 \text{ мм}$  и  $1 \text{ мм} = \frac{1}{10^3} \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}$ , тогда  $1 \text{ мм}^2 = (10^{-3})^2 \text{ м}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$ .

$1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$ , тогда  $1 \text{ см}^2 = (10^{-2})^2 \text{ м}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$ .

$1 \text{ дм} = 10^{-1} \text{ м}$ , тогда  $1 \text{ дм}^2 = (10^{-1})^2 \text{ м}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$

2. Перевести скорость  $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$  и  $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , в  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Зная, что  $1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$ , тогда  $\frac{\text{м}}{\text{мин}} = \frac{1}{60} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Зная, что  $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$  и  $1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$ , тогда  $\frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{1000}{3600} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Таблица производных некоторых функций.

Функция	Производная	Функция	Производная
$C = \text{const}$	0	$\sin x$	$\cos x$
$x^n$	$n x^{n-1}$	$\cos x$	$-\sin x$
$a^x$	$a^x \ln a$	$\text{tg } x$	$\frac{1}{\cos^2 x}$
$e^x$	$e^x$	$\text{ctg } x$	$-\frac{1}{\sin^2 x}$
$\ln x$	$\frac{1}{x}$		

Таблица первообразных некоторых функций.

Функция	Первообразная	Функция	Первообразная
$C = \text{const}$	$x C + C_1$		
$x^n$	$\frac{x^{n+1}}{n+1} + C$	$\sin x$	$-\cos x + C$
$a^x$	$\frac{a^x}{\ln a} + C$	$\cos x$	$\sin x + C$
$e^x$	$e^x + C$	$\text{tg } x$	$-\ln  \cos x  + C$
		$\text{ctg } x$	$\ln  \sin x  + C$

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц:

множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		Русское	Международное
$10^{18}$	экса	Э	E
$10^{15}$	пета	П	P
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
$10^1$	дека	да	da

$10^{-1}$	деци	Д	d
$10^{-2}$	санти	с	с
$10^{-3}$	милли	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	$\mu$
$10^{-9}$	нано	н	n
$10^{-12}$	пико	п	p
$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^{-18}$	атто	а	a

### Элементы векторной алгебры.

Физические величины могут быть скалярными и векторными.

Скалярная величина характеризуется только числовым значением. Примерами таких величин являются масса  $m$ , температура  $t$ , длина  $l$ , заряд  $q$ , напряжение  $U$  и другие.

Векторные величины характеризуются как числовым значением, так и направлением. Примерами таких величин являются Сила  $F$ , напряженность электрического поля и др.

#### Правила нахождения проекций векторов на оси.

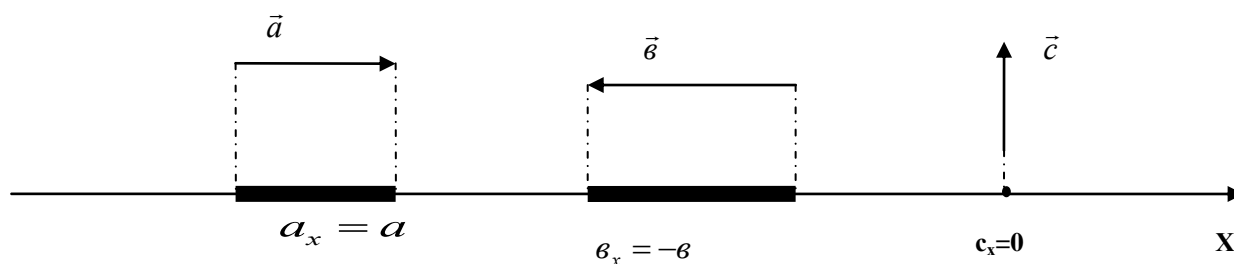
Во многих задачах необходимо знать не только направление векторной величины, но и ее числовое значение, для этого необходимо перевести векторы в скаляры. Причем, иногда необходимо знать, какая часть величины приходится на то или иное направление. И для этого вводится понятие *проекции* вектора на ось.

**Проекцией вектора на ось называется отрезок (длина этого отрезка берется со знаком «+», если вектор направлен в сторону оси и со знаком «-», если вектор направлен противоположно оси), получаемый при опускании перпендикуляров на ось из начала и конца вектора.**

Возможны следующие случаи:

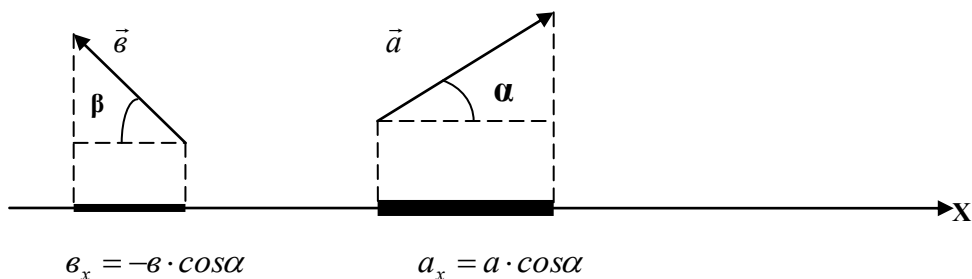
- 1) вектор направлен параллельно оси;
- 2) вектор направлен противоположно оси;
- 3) вектор направлен перпендикулярно оси;
- 4) вектор направлен под углом к оси;
- 5) проекция вектора на две оси.

1. Если вектор параллелен оси, то его длина равна длине проекции, взятая со знаком «+» или «-». Если вектор перпендикулярен оси, то при опускании перпендикуляров на ось получается точка и, следовательно, проекция равна нулю.



2. Если вектор направлен под углом к оси, то необходимо выполнить следующее:

- опустить перпендикуляры из конца и начала вектора;
- выделить прямоугольный треугольник;
- гипотенузой должен быть сам вектор;
- прилежащий катет и будет являться проекцией;
- выразить данный катет через длину вектора и тригонометрическую функцию
- проекция положительна, если вектор совпадает с осью и отрицательна, если противоположен оси.

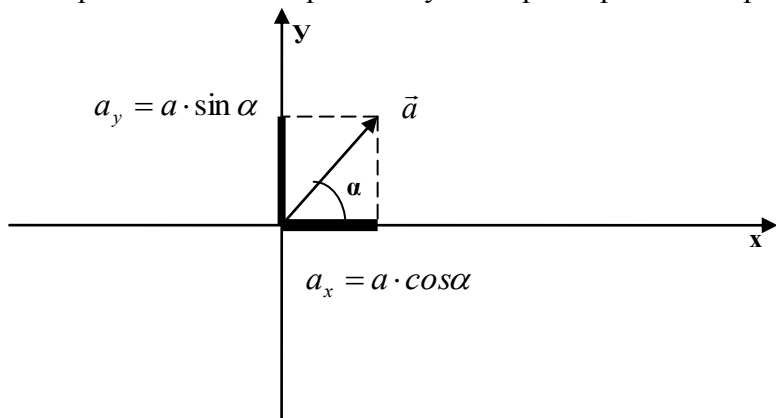


3. Целесообразно, чтобы вектор лежал на оси, если вектор параллелен оси и проходил через его начало, если вектор направлено под углом.

При определении проекции вектора на две оси, удобнее провести оси так, чтобы начало вектора совпадало с точкой пересечения осей (начало координат).

В этом случае необходимо выполнить следующее:

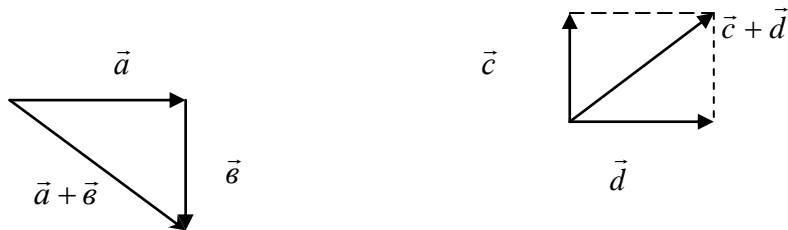
- провести перпендикуляры из конца вектора на оси;
- выделить прямоугольный треугольник;
- гипотенузой является вектор;
- катетами являются его проекции на оси;
- выразить катеты через длину вектора и тригонометрические функции.



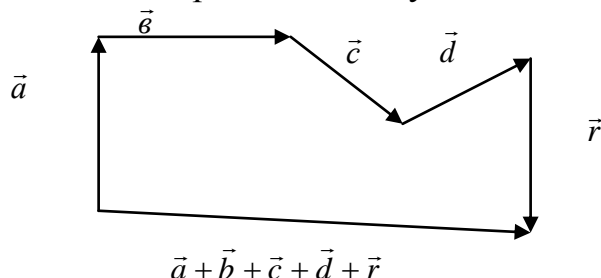
### Правило сложения векторов.

Правило треугольника

Правило параллелограмма



### Правило многоугольника



### Скалярное и векторное произведение.

Скалярная величина равная произведению модулей векторов на косинус угла между ними называется скалярным произведением этих векторов.

$$A = a \cdot b \cdot \cos \alpha$$

Вектор  $\vec{c}$  равный по модулю произведению модулей векторов на синус угла между ними

$$c = a \cdot b \cdot \sin \alpha .$$

$\vec{c} = [\vec{a} \times \vec{b}]$  - запись векторного произведения.

### Дифференциальное и интегральное исчисление в физике.

В физике различают дифференциал аргумента  $dt$  и произвольное конечное приращение аргумента  $\Delta t$ . Под дифференциалом аргумента понимают столь малое его приращение, чтобы можно было пренебречь разностью между соответствующими значениями приращения функции.

Движение любого тела всегда неравномерно. Например, автомобиль проехал  $s = 10$  км и необходимо вычислить его скорость на каком-либо участке. Для этого выбирают бесконечно малый участок  $ds$  (допустим, что 1 см), на котором изменением скорости можно пренебречь и движение тогда равномерное. Используя определение скорости  $\frac{ds}{dt}$ , а это не что иное, как

производная от пути по времени.

Если дифференциальное исчисление связано с разбиением на отдельные элементы, то интегрирование связано с суммированием элементов.

Например, известно, что работа постоянной силы - это скалярное произведение вектора силы на вектор перемещения. Но это всего лишь идеализация процесса.

А как быть с работой переменной силы?

Необходимо разбить перемещения на элементарные участки  $ds$ , на которых сила постоянна, тогда работа элементарная работа  $dA = F \cdot ds$ . Полная работа равна сумме элементарных работ на всем

участке 
$$A = \int dA = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot ds .$$

### Порядок решения физических задач.

- I. Установить, какие физические законы отвечают содержанию данной задачи;
- II. слева записать все данные (с их единицами) и искомые в задаче величины;
- III. выразить все данные задачи в СИ;



- IV. сделать чертеж, схему или рисунок с обозначением данных задачи (в зависимости от условий задачи);
- V. решить задачу в общем виде (получить «рабочую формулу»), т.е. выразить искомую величину через заданные в задаче;
- VI. произвести вычисления;
- VII. произвести проверку единиц величин, подставив их в «рабочую формулу». Полученная единица должна совпадать с единицей искомой в задаче величины.

## Основные расчетные формулы

### Кинематика

#### Основные модели и определения.

*Механическое движение* – процесс изменение взаимного расположения тел в пространстве.

*Механическое воздействие* – воздействие со стороны других тел, которое приводит к изменению механического движения или к изменению взаимного расположения частей данного тела (деформации).

*Поступательное движение* – движение, при котором всякая прямая проведенная через две точки данного тела при перемещении остается, параллельна своему первоначальному положению.

*Вращательное движение* – движение, при котором все точки данного тела движутся по окружности за исключением точек, лежащих на прямой, называемой осью вращения.

*Механическая система* – совокупность тел участвующих в механическом воздействии.

*Материальная точка* – модель реального тела и представляет собой идеальный объект, обладающий следующими свойствами: имеет массу, но не имеет размеров. Материальной точкой можно считать тело размерами, которого можно пренебречь в данной задаче.

*Абсолютно твердое тело* – модель реального тела, у которого расстояние между любыми двумя точками неизменно.

*Система отсчета* – совокупность системы координат, системы отсчета времени, тела отсчета.

Механическое движение относительно.

*Тело отсчета* – тело, относительно которого рассматривается движение других тел.

*Траектория движения* – линия, описываемая материальной точкой при ее движении относительно выбранной системы отсчета.

*Перемещение* – вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.

*Путь* – длина участка траектории.

#### Прямолинейное движение

Характер движения	Основные расчетные формулы
<i>Равномерное движение</i> За любые равные	Векторное задание движения: скорость $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ - отношение перемещение к промежутку времени за, который это перемещение совершалось

<p>промежутки времени тело проходит одинаковые отрезки пути. Скорость неизменна</p>	<p>Координатное задание движение: скорость <math>v_x = \frac{x_2 - x_1}{t}</math> - отношение изменения координаты тела за промежуток времени к его продолжительности. Изменение координаты при равномерном движении: <math>x = \pm x_0 \pm v \cdot t</math>. Знак <math>\pm</math> зависит от начальной координаты тела и проекции скорости на ось.</p>
<p><i>Равнопеременное движение</i> За любые равные промежутки времени скорость тела изменяется на одну и ту же величину. Равноускоренное – скорость возрастает и равнозамедленное – скорость убывает.</p>	<p>Векторное задание движения: Ускорение <math>\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}</math> - отношение изменения скорости к промежутку времени за которое это изменение происходит. <math>\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t</math> - изменение скорости тела. <math>\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}</math> - перемещение при равнопеременном движении. <math>v_{cp} = \frac{\vec{s}}{t}</math> - средняя скорость</p> <p>Координатное задание движения: Ускорение <math>a_x = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{\Delta t}</math> <math>x = \pm x_0 \pm v_0 \cdot t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}</math> изменение координаты с течением времени, знак <math>\pm</math> зависит от выбора начальной координаты тела и проекций скорости и ускорения. <math>s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2 \cdot a_x}</math> - проекция перемещения. <math>v_{cp} = \frac{v_x + v_{0x}}{2}</math> - средняя скорость при равнопеременном движении <math>v_x = v_{0x} + a_x \cdot t</math> - изменение скорости при равнопеременном движении.</p>
<p><i>Неравномерное движение</i> За любые равные промежутки времени тело проходит разные отрезки пути.</p>	<p>Координатное задание движения. Мгновенная скорость: <math>v_x = \frac{ds_x}{dt}</math> Мгновенное ускорение: <math>a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2 s_x}{dt^2}</math> - первая производная от скорости или вторая производная от пути. Модуль мгновенной скорости находится следующим образом: <math>v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}</math>, где <math>v_x = \frac{dx}{dt}</math> и <math>v_y = \frac{dy}{dt}</math> и <math>x, y</math> – соответствующие координаты, зависящие от времени. Средняя скорость: <math>v_{cp} = \frac{s}{t}</math>, где <math>s</math> – путь.</p>

	<p>Зная, ускорение можно найти скорость <math>v = \int_{t_1}^{t_2} a \cdot dt</math>.</p> <p>Зная скорость можно найти путь <math>s(t) = \int_{t_1}^{t_2} v \cdot dt</math>, где <math>s(t)</math> – уравнение движения.</p>
--	--

### Кинематика вращательного движения.

Характер движения	Основные расчетные формулы
<b>Равномерное</b> <b>Угловая скорость</b> <b>неизменна.</b>	<p>Угловая скорость <math>\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}</math> по модулю равна отношению угла поворота к промежутку времени, за который этот поворот совершается.</p> <p><math>a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R</math> - нормальное или центростремительное ускорение.</p> <p><math>v = \omega \cdot R</math> - связь линейной и угловой скорости.</p> <p><math>\omega = 2\pi \cdot n</math> - связь угловой скорости с частотой вращения.</p>
<b>Равнопеременное</b> <b>За равные</b> <b>промежутки времени</b> <b>угловая скорость</b> <b>изменяется на одну и</b> <b>ту же величину.</b>	<p>Угловое ускорение <math>\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}</math> по модулю равно отношению изменения угловой скорости к промежутку времени, за который это изменение происходит.</p> <p><math>\omega = \pm\omega_0 \pm \varepsilon \cdot t</math> - изменение угловой скорости. Знаки зависят от проекции начальной скорости и типа равнопеременного движения ( равноускоренное или равнозамедленное).</p> <p><math>\varphi = \pm\omega_0 \cdot t \pm \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}</math> - изменение угла поворота с течением времени.</p> <p><math>\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\pm 2 \cdot \varepsilon}</math> - Зависимость угла поворота от угловых скоростей и ускорения.</p> <p><math>v = \omega \cdot R</math> - связь линейной и угловой скорости.</p>
<b>Неравномерное</b>	<p><math>\omega = \frac{d\varphi}{dt}</math> - угловая скорость есть первая производная от угла поворота по времени.</p> <p><math>\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}</math> - угловое ускорение есть первая производная от угловой скорости или вторая производная от угла поворота.</p> <p><math>a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R</math> - нормальное или центростремительное ускорение.</p> <p><math>a_\tau = \frac{dv}{dt} = \varepsilon \cdot R</math> - тангенциальное ускорение.</p> <p><math>a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}</math> - полное ускорение.</p> <p><math>v = \omega \cdot R</math> - связь линейной и угловой скорости.</p>

Движение под действием силы тяжести. Сложное движение.

Характер движение	Основные расчетные формулы					
<p>Движение тела брошенного вертикально с начальной скоростью <math>v_0</math></p>	<p><math>h = h_0 \pm v_0 \cdot t \pm \frac{g \cdot t^2}{2}</math> - изменение координаты тела с течением времени. Знак зависит от проекции скорости и ускорения свободного падения <math>g</math> на ось ОУ.</p> <p><math>v = \pm v_0 \pm g \cdot t</math> - изменение скорости с течением времени. Знак зависит от проекции скорости и ускорения свободного падения <math>g</math> на ось ОУ.</p>					
<p>Движение тела брошенного горизонтально с начальной скоростью <math>v_0</math></p>	<p>Данное движение сложное. Раскладываем на два движения:</p> <table border="1" data-bbox="416 607 1481 1137"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 607 948 654">Движения по оси ОХ (горизонтали)</th> <th data-bbox="948 607 1481 654">Движение по оси ОУ(вертикали)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 654 948 1137"> <p><math>v_0 = const</math> - движение равномерное</p> <p><math>s = v_0 \cdot t</math> - путь, пройденный по горизонтали</p> </td> <td data-bbox="948 654 1481 1137"> <p>Движение равноускоренное без начальной скорости, так как проекция начальной скорости на данную ось равна нулю.</p> <p><math>g = 9,8 \frac{м}{с^2}</math></p> <p><math>h = \frac{g \cdot t^2}{2}</math> - высота падения.</p> <p><math>v = g \cdot t</math> - изменение скорости по вертикали.</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Результирующая скорость: <math>v = \sqrt{v_0^2 + g^2 \cdot t^2}</math></p>		Движения по оси ОХ (горизонтали)	Движение по оси ОУ(вертикали)	<p><math>v_0 = const</math> - движение равномерное</p> <p><math>s = v_0 \cdot t</math> - путь, пройденный по горизонтали</p>	<p>Движение равноускоренное без начальной скорости, так как проекция начальной скорости на данную ось равна нулю.</p> <p><math>g = 9,8 \frac{м}{с^2}</math></p> <p><math>h = \frac{g \cdot t^2}{2}</math> - высота падения.</p> <p><math>v = g \cdot t</math> - изменение скорости по вертикали.</p>
Движения по оси ОХ (горизонтали)	Движение по оси ОУ(вертикали)					
<p><math>v_0 = const</math> - движение равномерное</p> <p><math>s = v_0 \cdot t</math> - путь, пройденный по горизонтали</p>	<p>Движение равноускоренное без начальной скорости, так как проекция начальной скорости на данную ось равна нулю.</p> <p><math>g = 9,8 \frac{м}{с^2}</math></p> <p><math>h = \frac{g \cdot t^2}{2}</math> - высота падения.</p> <p><math>v = g \cdot t</math> - изменение скорости по вертикали.</p>					
<p>Движение тела брошенного под углом к горизонту с начальной скоростью <math>v_0</math></p>	<p>Данное движение сложное. Раскладываем на два движения:</p> <table border="1" data-bbox="416 1357 1481 2027"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 1357 948 1451">Движение по оси ОХ(горизонтали)</th> <th data-bbox="948 1357 1481 1451">Движение по оси ОУ(вертикали).Ось направлена вертикально вверх.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 1451 948 2027"> <p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = const</math> - скорость неизменна</p> <p><math>s = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T</math> - путь, пройденный телом по горизонтали</p> </td> <td data-bbox="948 1451 1481 2027"> <p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha</math></p> <p>Максимальная высота подъема:</p> <p><math>h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}</math></p> <p><math>v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t</math> - изменение скорости по оси</p> <p><math>t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}</math> - время подъема на максимальную высоту.</p> </td> </tr> </tbody> </table>		Движение по оси ОХ(горизонтали)	Движение по оси ОУ(вертикали).Ось направлена вертикально вверх.	<p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = const</math> - скорость неизменна</p> <p><math>s = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T</math> - путь, пройденный телом по горизонтали</p>	<p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha</math></p> <p>Максимальная высота подъема:</p> <p><math>h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}</math></p> <p><math>v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t</math> - изменение скорости по оси</p> <p><math>t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}</math> - время подъема на максимальную высоту.</p>
Движение по оси ОХ(горизонтали)	Движение по оси ОУ(вертикали).Ось направлена вертикально вверх.					
<p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = const</math> - скорость неизменна</p> <p><math>s = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T</math> - путь, пройденный телом по горизонтали</p>	<p>Проекция начальной скорости</p> <p><math>v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha</math></p> <p>Максимальная высота подъема:</p> <p><math>h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}</math></p> <p><math>v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t</math> - изменение скорости по оси</p> <p><math>t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}</math> - время подъема на максимальную высоту.</p>					

**Динамика поступательного движения.**

**Сила (единица измерения Ньютон (Н)) – физическая величина характеризующая воздействие одного тела на другое тело.**

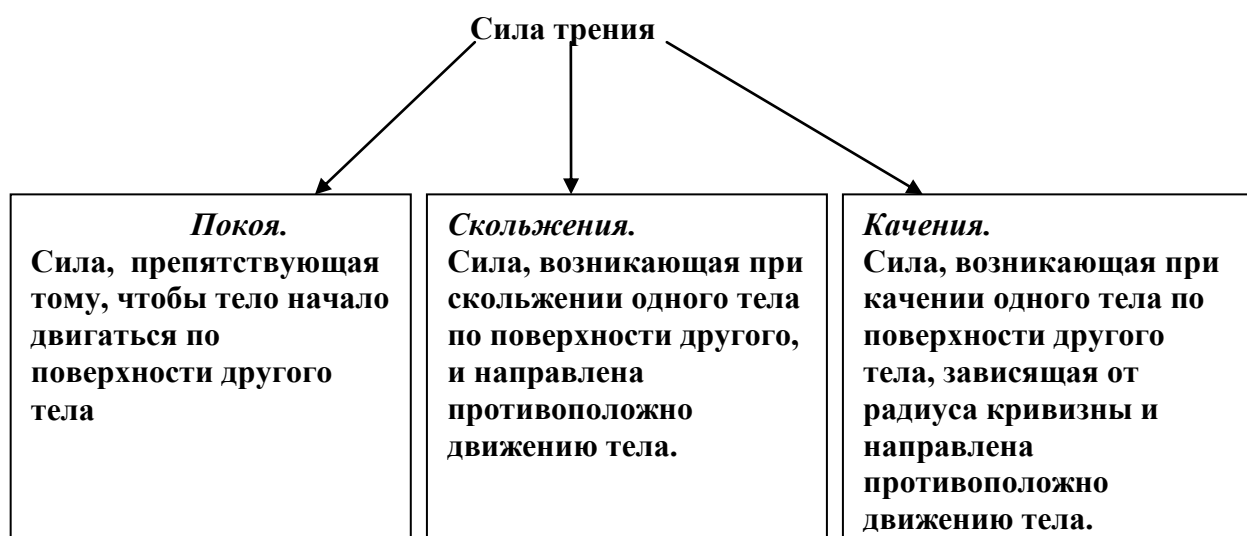
**Основные законы.**

Законы	Формулировка	Математическая запись
Первый закон Ньютона	Существуют такие системы отсчета, относительно которых, всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано.	$\sum \vec{F}_i = 0 \Rightarrow v = const$
Второй закон Ньютона	1.Равнодействующая(геометрическая сумма всех сил) всех сил действующих на тело равно произведению массы тела на ускорение, сообщаемое этой равнодействующей силой. 2. Скорость изменения импульса( произведение массы тела на его скорость) тела равна равнодействующей всех сил действующих на данное тело.	$1. \sum \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$ $2. \frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F}_i$
Третий закон Ньютона	Два тела взаимодействуют друг с другом силами равными по модулю, но противоположными по направлению и направлены по линии, соединяющие их центры масс. Примечание: равнодействующую сил приложенную к разным телам находить нельзя.	$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
Закон всемирного тяготения	Сила гравитационного взаимодействия(притяжения) действующая между двумя телами по модулю прямо пропорционально массам тел и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.	$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{KZ^2} -$ гравитационная постоянная.
Закон Гука	1.Сила упругой деформации прямо пропорциональна вектору деформации (вектору смещения частиц) и направлена в противоположную сторону. 2. Механическое напряжение, возникающее	$1. \vec{F}_{упр} = -k \cdot \vec{x}$ $F_{упр} = k \cdot \Delta l$ $2. \sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l}, \text{ где}$

	в образце (теле) прямо пропорциональна относительной деформации.	$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}$ - механическое напряжение. E – модуль Юнга.
--	--	--

### Силы трения.

Сила трения – сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого тела и препятствующая этому движению.



Сила трения по модулю прямо пропорциональна силе нормального давления.

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N, \mu - \text{коэффициент трения. } N - \text{Сила реакции опоры.}$$

### Динамика вращательного движения.

Величина	Определения, законы и расчетные формулы
Момент силы Единица измерения (Н м).	<p>Определение: Момент силы относительно точки – векторное произведение радиус вектора, проведенного в точку приложения силы, на вектор силы.</p> $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ <p>Момент силы относительно точки по модулю равен произведению силы на плечо силы.            Плечо силы - кратчайшее расстояние от точки, относительно которой находится момент до линии действия силы. <math>M = F \cdot l</math></p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Основной закон динамики вращательного движения:</p>

	<p><math>\sum \vec{M} = I \cdot \vec{\varepsilon}</math> - сумма моментов всех внешних сил действующих на систему равна произведению момента инерции системы на угловое ускорение.</p> <p>Направление момента силы находят по правилу буравчика: Если вращательное движение буравчика совпадает с направлением силы, то поступательное движение укажет направление момента силы.</p>										
<p><b>Момент инерции</b></p> <p>Единица измерения (кг м<sup>2</sup>)</p>	<p>Момент инерции материальной точки относительно оси вращения называется произведение массы материальной точки на квадрат расстояния до оси вращения.</p> $I = m \cdot R^2.$ <p>Момент инерции тела – сумма моментов инерций всех материальных точек данного тела.</p> $I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot R_i^2$ <p>Момент инерции различных тел, относительно оси проходящей через центр масс тела.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тело</th> <th>Момент инерции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>шар</td> <td><math>I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2</math></td> </tr> <tr> <td>диск(цилиндр)</td> <td><math>I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2</math></td> </tr> <tr> <td>обруч</td> <td><math>I = m \cdot R^2</math></td> </tr> <tr> <td>стержень</td> <td><math>I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot R^2</math></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Теорема Штейнера:</i> момент инерции тела относительно произвольной оси равен сумме момента инерции относительно оси проходящей через центр масс и параллельной данной и произведения массы на квадрат расстояния между осями.</p> $I_o = I_C + m \cdot d^2$	Тело	Момент инерции	шар	$I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2$	диск(цилиндр)	$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$	обруч	$I = m \cdot R^2$	стержень	$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot R^2$
Тело	Момент инерции										
шар	$I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2$										
диск(цилиндр)	$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$										
обруч	$I = m \cdot R^2$										
стержень	$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot R^2$										
<p><b>Момент импульса</b></p> <p>Единица измерения (кг м<sup>2</sup>/с)</p>	<p>Момент импульса относительно оси равен векторному произведению радиус вектора на импульс тела.</p> $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ <p>Момент импульса также можно находить как произведение момента инерции на угловую скорость. <math>\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}</math></p>										

*Энергия – количественная мера всех видов движения тела. Единица измерения Джоуль(Дж).*

Энергия	Определение, формулы и законы.
кинетическая	<p>Энергия движения тела и равна работе, которую нужно совершить, чтобы вызвать данное движение. <math>W_{ки} = \frac{m \cdot v^2}{2}</math> - кинетическая энергия поступательно движущегося тела.</p> $W_{квр} = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$ - кинетическая энергия при вращательном движении тела.

	<p>Если тело участвует в поступательном и вращательном движении (например, катится колесо), то кинетическая энергия рассчитывается по следующей формуле:</p> $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{I \cdot \omega^2}{2} \text{ - теорема Кёнига.}$ <p><i>Теорема о кинетической энергии:</i> Работа силы равна изменению кинетической энергии тела: <math>A = \Delta W_k</math></p>
потенциальная	<p>Энергия взаимодействия тела с другими телами и равна работе, которую нужно совершить, чтобы переместить тела в точку, где его потенциальная энергия равна нулю.</p> $W_n = m \cdot g \cdot h$ <p>Работа консервативных (работа, которых по замкнутому контуру равна нулю) сил есть убыль потенциальной энергии <math>A = -\Delta W_n</math></p>
Полная механическая	Сумма кинетической и потенциальной энергии. $W_m = W_k + W_n$
Внутренняя	Энергия состояния тела и равна энергии, которым обладает тело за вычетом кинетической энергии движения тела как целого и потенциальной энергии взаимодействия как целого.

**Работа – процесс изменения энергии.** Единица измерения Джоуль (Дж).

сила	Работа
Постоянная	$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$ - произведение модуля силы на модуль перемещение и на косинус угла между вектором силы и перемещения.
Переменная	$A = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot \cos \alpha \cdot ds$ - работа переменной силы на участке перемещения равна сумме элементарных работ (произведение проекции силы на направления перемещения на элементарное перемещение, вдоль которого сила постоянна) Работа при вращательном движении $A = \int M \cdot d\varphi$ , где M – момент силы, φ- угол поворота тела.
Неконсервативная	$A = \Delta W_m$ - работа неконсервативной силы равна изменению полной механической энергии.

### Законы сохранения в механике.

Закон сохранения	Формулировка
импульса	<p>Геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, есть величина постоянная.</p> $\sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n m_i \cdot v_i = const$ <p>Удар – кратковременное взаимодействие двух тел.</p>



	<p>Абсолютно упругий удар – удар, при котором не происходит перехода механической энергии в другие виды энергии. Выполняются два условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохраняется импульс</li> <li>• Сохраняется энергия</li> </ul> <p>Абсолютно неупругий удар – удар, при котором тела после взаимодействия движутся в одном направлении с одинаковой скоростью, при этом происходит переход механической энергии в другие виды энергии.</p>
Момент импульса	<p>Геометрическая сумма моментов импульсов тел, составляющих замкнутую систему, есть величина постоянная.</p> $\sum_{i=1}^n L_i = \sum_{i=1}^n I_i \cdot \omega_i = const$
энергии	<p>Полная механическая энергия замкнутой системы тел есть величина постоянная, если внутри системы действуют консервативные силы. <math>W_m = W_k + W_n = const</math></p>

**Мощность – скорость совершения работы, т.е. работа в единицу времени. Единица измерения Ватт (Вт).**

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v \text{ - средняя мощность при поступательном движении.}$$

$$N = \frac{dA}{dt} \text{ - мгновенная мощность.}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v = F \cdot \omega \cdot R = M \cdot \omega = M \cdot 2\pi \cdot n \text{ - мощность при вращательном движении.}$$

**Коэффициент полезного действия (К.п.д.)**

$$\eta = \frac{A_n}{A_c} \cdot 100\% \text{ - отношение полезной работы к совершенной работе (полной работе).}$$

К.п.д. механизма удобно выразить через мощность, как отношение мощности снимаемого с механизма  $N_2$  к мощности потребляемой механизмом  $N_1$ .  $\eta = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\%$

Например, в двигателе внутреннего сгорания мощность газов развиваемая в цилиндре называется индикаторной мощностью, а мощность снимаемая с коленчатого вала – эффективная мощность.

Любая установка состоит из механизмов, имеющих различные к.п.д., тогда к.п.д. всей установки равен произведению к.п.д. каждого механизма  $\eta_{уст} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$ .

**Пример:** Определить к.п.д. установки состоящей из электродвигателя, приводящего в действие насос, если к.п.д. двигателя и насоса соответственно 90% и 70%.

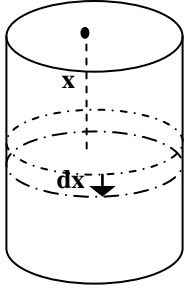
**Решение:** Пусть  $N_1$  – мощность, потребляемая электродвигателем, тогда  $\eta_1 \cdot N_1$  – мощность, снимаемая с электродвигателя и передаваемая насосу. Следовательно, мощность, снимаемая

с насоса  $\eta_2 \cdot \eta_1 \cdot N_1$ . Тогда к.п.д. всей установки выразится как отношение мощности снимаемой с установки (в данном случае с насоса) к мощности потребляемой установкой (в данном случае электродвигателем)  $\eta_{ycm} = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot N_1}{N_1} = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,9 \cdot 0,7 = 0,63$  или **63%**.

### Механика жидкостей и газов.

#### Основные величины, законы и уравнения.

Величина	Определения, законы и уравнения
Давление Единица измерения Паскаль (Па).	<p>Давление <math>p = \frac{F}{S}</math> - отношение силы, действующей перпендикулярно поверхности, площадью <math>S</math>, к площади этой поверхности. Давление характеризует распределение силы вдоль поверхности.</p> <p>Давление столба жидкости или газа: <math>p = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S}</math> и используя понятие плотности, как <math>\rho = \frac{m}{V}</math> - отношение массы тела к его объему, получаем <math>p = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot h</math> - давление столба жидкости или газа зависит от плотности вещества и высоты столба.</p> <p><b>Закон Паскаля:</b> Давление покоящейся жидкости или газа одинаково по всем направлениям и передается без изменений в каждую точку объема жидкости или газа.</p> <p>Закон Паскаля в частности, объясняет принцип действия гидравлического пресса. Гидравлический пресс состоит из двух цилиндров разного диаметра, снабженных поршнями и соединительной трубкой. Пространство пол поршнями и трубка заполняется жидкостью. Если пренебречь весом жидкости, то давление в каждой точке одинаково и тогда выполняется следующее условие:</p> $p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ <p>, тем самым можно преобразовывать силу, которая будет зависеть от площади поршня. Чем больше сечение, тем большая сила.</p> <p><b>Закон Бернулли:</b> Скорость жидкости или газа, текущей по трубе, больше там, где давление меньше и наоборот: давление больше там, где скорость жидкости меньше.</p> <p><b>Уравнение Бернулли:</b> <math>p_{cm} + \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h = const</math> - сумма статического, динамического и гидростатического давления жидкости или газа одинаково. Выражает закон сохранения энергии.</p> <p><b>Уравнение неразрывности струи:</b> <math>S \cdot v = const</math> - произведение площади поперечного сечения на скорость жидкости или газа при этом сечении есть величина постоянная. Выражает закон сохранения массы вещества и показывает удельный расход жидкости.</p>
Сила Архимеда	<p><b>Закон Архимеда:</b> На погруженное в жидкость или газ тело, действует выталкивающая сила направленная вертикально вверх и равная по модулю весу вытесненной жидкости или газа, т.е. весу жидкости в объеме погруженной в жидкость(газ) части тела. <math>F_A = \rho_{жс} \cdot g \cdot V</math>, где <math>\rho</math> – плотность жидкости(газа) в которую погружено тело, <math>V</math> – объем части тела или всего тела погруженного в жидкость(газ).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тело тонет в жидкости, если вес тела больше веса вытесненной жидкости.</li> <li>• Тело находится в равновесии внутри жидкости, если вес тела равен весу вытесненной жидкости.</li> </ul>

	<p style="text-align: center;"><b>жидкости.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тело плавает на поверхности, если вес тела меньше веса вытесненной жидкости при полном погружении тела и равен весу жидкости вытесняемой частью тела погруженной в жидкость.</li> </ul> <p><b>Пример:</b> Бревно плавает на поверхности воды при этом объем погруженной части, составляет половину объем бревна. Определить плотность бревна.</p> <p><b>Решение:</b> Используя условие, того, вес жидкости, вытесняемый погруженной частью объема бревна, равен весу тела. <math>m \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot \frac{V}{2}</math></p> $\rho \cdot V \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot \frac{V}{2} \text{ производя сокращения, получаем}$ $\rho = \rho_e \cdot \frac{1}{2} = 1000 \cdot \frac{1}{2} = 500 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$
<p><b>Работа по подъему жидкости</b></p>	<p><b>Необходимо выкачать воду из цилиндрической ямы с радиусом основания R и высотой h.</b></p> <p><b>Решение:</b> В данном случае жидкость выкачивается не вся сразу, а по частям, причем высота подъема слоев жидкости разная.</p> <p>Для решения данной задачи разобьем цилиндр плоскостями, параллельными его основанию, на тонкие слои и выделив на высоте x слой толщиной dx и объемом dV.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Объем цилиндрического слоя жидкости <math>dV = S \cdot dx = \pi \cdot R^2 \cdot dx</math></p> <p>Работа по подъему данного слоя жидкости <math>dA = dm \cdot g \cdot x</math>, где</p> <p><math>dm = \rho \cdot dV = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot dx</math>, тогда <math>dA = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \cdot x \cdot dx</math> (*)</p> <p>При последовательном поднятии каждого слоя, начиная с первого и кончая последним, совершается работа определяемая равенством (*). При этом величина x лежит в пределах от 0 до h.</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Работа необходимая для поднятия всей жидкости выразится формулой</p> $A = \int_0^h \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \cdot x \cdot dx = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \int_0^h x \cdot dx = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \cdot \frac{x^2}{2} \Big _0^h = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \cdot \frac{h^2}{2}$

## Молекулярная физика и термодинамика.

### Молекулярная физика.

#### Основные величины, законы и расчетные формулы.

Законы и величины	Формулировки и расчетные формулы
<p><b>Основные положения МКТ</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Все вещества состоят из частиц (молекул, атомов, ионов)</li> <li>• Частицы хаотически движутся</li> <li>• Между частицами действуют силы межмолекулярного взаимодействия и природа этих сил электромагнитная</li> <li>• Между температурой и скоростью движения частиц существует однозначная связь</li> </ul>

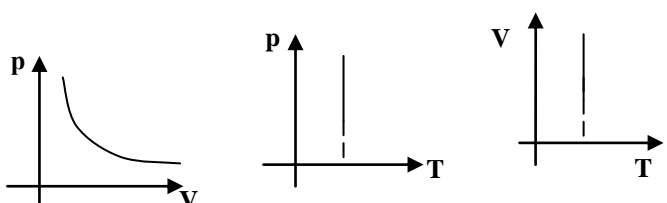
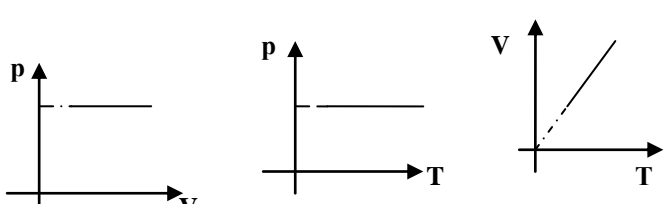
<p><b>Основное уравнение МКТ</b></p>	<p>Давление газа обусловлено импульсами молекул</p> $p = \frac{2}{3} \cdot n_0 \cdot \bar{E}_k$ <p>- давление газа прямо пропорционально концентрации молекул (число молекул в единице объема) и средней кинетической энергии поступательного движения молекул.</p>
<p><b>Энергия движения молекул</b></p>	$\bar{E}_k = \frac{m \cdot \bar{v}_{кв}^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$ <p>- средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа связана с температурой термодинамической температурой.</p> <p>Полная энергия N молекул газа выражается формулой:</p> $W = \frac{i}{2} \cdot N \cdot k \cdot T$ <p>, где <math>k = 1,38 \cdot 10^{-23}</math> Дж/К – постоянная Больцмана.</p> <p><math>i</math> - число степеней свободы: для одноатомной молекулы равно 3, для двухатомной - 5, для трехатомной и более - 6.</p> <p>Давление газа можно выразить из следующего соотношения</p> $p = n_0 \cdot k \cdot T$
<p><b>Количество теплоты, внутренняя энергия</b></p>	<p>Внутренняя энергия – сумма кинетической и потенциальной энергии всех частиц вещества: <math>U = c \cdot m \cdot T</math>, где <math>c</math> – удельная теплоемкость вещества, т.е. энергия которую необходимо сообщить единице массы вещества, чтобы изменить его температуру на один градус.</p> <p>Мера (в одном из случаев) изменения внутренней энергии называется количеством теплоты. Иначе можно сказать, что количество теплоты – энергия переданная в результате теплообмена</p> $Q = \Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T$ <p>Удельная теплота парообразования или конденсации- <math>r = \frac{Q}{m}</math> - количество теплоты, которое сообщается (выделяется) единице массы жидкости (газа), чтобы перевести ее в газообразное состояние (жидкое состояние).</p> <p>Удельная теплота плавления или кристаллизации <math>\lambda = \frac{Q}{m}</math> - количество теплоты, которое сообщается (выделяется) единице массы твердого тела (жидкости), чтобы ее перевести в жидкое состояние (твердое состояние).</p> <p>Удельная теплота сгорания вещества: <math>q = \frac{Q}{m}</math> - численно равно количеству теплоты, которое выделяется при сгорании единицы массы вещества.</p> <p>Уравнение теплового баланса выражает закон сохранения энергии: <math>\sum Q_{отд} = \sum Q_{пол}</math> - сумма количеств теплоты, в результате теплообмена, отданных телами, внутренняя энергия которых уменьшается, равно сумме количеств полученных телами, внутренняя энергия которых возрастает.</p> <p>При наличии теплопотерь вводят понятие к.п.д., как отношение полезного количества</p>

	$\eta = \frac{Q_n}{Q_{зат}} \cdot 100\%$
<p><b>Молярная масса</b>(единица измерения – <math>\frac{кг}{моль}</math>), постоянная Авогадро и закон Авогадро</p>	<p>Молярная масса – масса одного моля вещества. Моль – единица количества вещества содержащая столько же структурных элементов(атомов, ионов, молекул и др.), сколько атомов содержится в 12 граммах изотопа углерода - 12.</p> <p>Число молекул в одном моле вещества называется постоянной Авогадро и равно <math>N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}</math>.</p> <p><b>Закон Авогадро:</b> В равных объемах различных газов при одинаковых температуре и давлении, содержится одинаковое число молекул.</p>

**Термодинамика.**

**В основе лежат три термодинамических параметра: давление, температура и объем.**

**Газовые законы (масса газа неизменна)**

Закон	Процесс	Формулировка и диаграммы
Бойля – Мариотта	Изотермический (постоянная температура)	<p>Для данной массы газа и неизменной температуре произведение давления на объем газа есть величина постоянная. <math>p \cdot V = const</math></p> <p>Иначе можно сказать, что давление газа обратно пропорционален объему, при неизменной температуре.</p> 
Гей - Люссака	Изобарический (постоянное давление)	<p>Для данной массы газа и неизменном давлении, объем газа прямо пропорционален абсолютной температуре.</p> $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ 
Шарля	Изохорический (постоянный объем)	<p>Для данной массы газа и неизменном объеме давление газа прямо пропорционально температуре газа.</p> $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

<b>Основной газовый закон, Уравнение Клайперона</b>	<p>Для данной массы газ произведение давление на объем и деленное на абсолютную температуру газа, есть величина постоянная <math>\frac{P \cdot V}{T} = const</math></p> <p>Применительно к одному молю газа, из соотношения <math>p = n_0 \cdot k \cdot T</math>, где <math>n_0 = \frac{N_A}{V_{\text{моль}}}</math>, тогда</p> <p>получаем выражение, называемое уравнением Клайперона:</p> $\frac{p \cdot V}{T} = N_A \cdot k = R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}, \text{ где } R - \text{ универсальная газовая постоянная.}$	

**Идеальный газ** – модель реального газа и представляет собой газ, обладающий следующими свойствами:

1. отсутствуют силы межмолекулярного взаимодействия
2. молекулы представляют собой материальные точки
3. соударение молекул происходит, как соударение упругих шаров

**Уравнение Менделеева – Клайперона.**

$$p \cdot V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T, \text{ где } \nu = \frac{m}{\mu} - \text{ число молей газа.}$$

### Первое начало термодинамики

*Количество теплоты, сообщенное термодинамической системе(газа), идет на изменение внутренней энергии системы и на совершение работы против внешних сил.*

$Q = \Delta U + A$  - интегральная форма записи

$\delta Q = dU + \delta A$  - дифференциальная форма записи.

**Внутренняя энергия идеального газа:**  $\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$ , где  $i$  - число степеней свободы: для

одноатомной молекулы равно 3, для двухатомной - 5, для трехатомной и более – 6.

**Работа газа:**  $A = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV$

**Применение первого начала термодинамики для изопроцессов.**

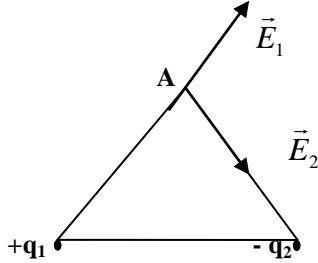
Процесс	Первое начало термодинамики
Изотермический	$\Delta U = 0$ , так как $\Delta T = 0$ и, следовательно $Q = A$

	$A = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV$ <p>из уравнения Менделеева – Клайперона выражаем давление газа</p> $p = \frac{m}{\mu \cdot V} \cdot R \cdot T$ <p>и подставляем в интеграл, тогда</p> $A = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = \frac{m \cdot R \cdot T}{\mu} \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{m \cdot R \cdot T}{\mu} \cdot \ln V \Big _{V_1}^{V_2} = \frac{m \cdot R \cdot T}{\mu} \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ <p>- работа при изотермическом процессе.</p>
<b>Изобарический</b>	$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$ <p>- изменение внутренней энергии.</p> $A = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = p \cdot \Delta V$ <p>- работа газа.</p> <p>Следовательно, количество теплоты <math>Q = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T + p \cdot \Delta V</math></p>
<b>Изохорический</b>	<p>Работа газа <math>A = 0</math>, так как <math>\Delta V = 0</math>, следовательно, количество теплоты идет на нагревания газа <math>Q = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T</math></p>
<b>Адиабатический</b>	<p>Процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой. Постоянной в этом процессе является энтропия газа (мера беспорядка).</p> <p>Следовательно <math>Q = 0</math>, тогда <math>A = -\Delta U</math> - работа совершается за счет внутренней энергии газа. В случай расширения происходит охлаждения газа, а в случае сжатия - нагревание газа.</p> <p>Адиабатический процесс подчиняется уравнению Пуассона.</p> $p \cdot V^\gamma = const$ <p>где <math>\gamma</math> – показатель адиабаты.</p>

## Электромагнетизм.

### Электростатика.

Основные величины, законы	Формулировки, расчетные формулы
<b>Закон кулона</b>	<p>Одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются.</p> <p><b>Закон кулона:</b> Сила взаимодействия между двумя точечными зарядами по модулю прямо пропорциональна величинам этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. <math>F = k \cdot \frac{ q_1  \cdot  q_2 }{r^2}</math>, где <math>k = 9 \cdot 10^9 \left( \frac{H \cdot m^2}{Kл^2} \right)</math> - коэффициент пропорциональности, зависящий от единиц измерений величин и среды, и для вакуума имеет данное значение.</p> <p>Для среды коэффициент пропорциональности имеет следующий вид:</p> $k = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon}$ <p>где <math>\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \left( \frac{Ф}{м} \right)</math> - электрическая постоянная, <math>\epsilon = \frac{F_\epsilon}{F_c}</math> - диэлектрическая проницаемость среды, показывающая во сколько раз сила кулоновского взаимодействия в вакууме больше, чем в среде.</p>
<b>Напряженность</b>	<i>Силовая характеристика поля и численно равна силе действующей на пробный</i>

<p><b>поля</b> Единица измерения (Н/Кл = В/м)</p>	<p>электрический заряд, помещенный в данную точку поля. <math>E = \frac{F}{q_{пр}} = k \frac{ q }{r^2}</math>, где заряд <math>q_{пр}</math> – пробный электрический заряд (положительный и очень малый по сравнению с зарядом <math>q</math> – создающим поле).</p> <p>Если электростатическое поле создает положительный заряд, то вектор напряженности поля направлен от заряда, если отрицательный, то вектор напряженности направлен к нему.</p> <p>Линии вектора напряженности – линии, в каждой точке которой вектор напряженности направлен по касательной. Начинаются на положительном заряде и заканчиваются на отрицательном.</p>  <p><i>Принцип суперпозиции полей</i></p> <p>Напряженность поля созданного системой точечных зарядов <math>q_1, q_2, \dots, q_n</math> равна сумме напряженности полей созданных каждым из зарядов в отдельности <math>\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i</math></p> <p><i>Теорема Остроградского – Гаусса</i></p> <p>Поток вектора напряженности через произвольную замкнутую поверхность равен алгебраической сумме зарядов, охватываемых этой поверхностью</p> $\oint_s E \cdot dS_{\perp} = \frac{q_{охв}}{\epsilon_0 \cdot \epsilon}$ <p>где <math>dS_{\perp}</math> – проекция площадки на плоскость, перпендикулярной вектору напряженности.</p>
<p><b>Потенциал поля</b> Единица измерения вольт (В)</p>	<p>Энергетическая характеристика поля и равна отношению потенциальной энергии, которой обладает пробный электрический заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда.</p> $\varphi = \frac{W_n}{q_{пр}} = k \cdot \frac{q}{r}$ <p>где <math>q_{пр}</math> – пробный заряд, <math>q</math> – заряд, который создает поле и входящий в формулу без модуля.</p> <p><i>Принцип суперпозиции полей</i></p> <p>Потенциал поля созданного системой точечных зарядов <math>q_1, q_2, \dots, q_n</math> равен сумме потенциалов полей созданных каждым из зарядов в отдельности <math>\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i</math>.</p> <p>Потенциал поля можно охарактеризовать как работу сил поля по перемещению пробного электрического заряда из данной точки в точку, где потенциал равен нулю. При решении задач потенциал земли принимают за нуль.</p> <p><i>Связь напряженности и потенциала</i></p> $\vec{E} = -grad\varphi$ <p>в частности <math>E = -\frac{\partial\varphi}{\partial r}</math></p> <p>Для однородного стационарного электрического поля (напряженность поля в каждой точке одинакова и постоянна)</p>



	$E = \frac{\Delta\varphi}{l}$ , где $U = \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов( работа сил поля по перемещению единичного положительного заряда из точки с потенциалом $\varphi_1$ в точку с потенциалом $\varphi_2$ , $A = q \cdot U = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)$ ), $l$ - расстояние между точками с данными потенциалами. Работу сил поля, также можно вычислить по следующей формуле: $A = \int_{r_1}^{r_2} F_{кл} \cdot dr$												
<b>Емкость</b> <b>Единица измерения</b> <b>Фарад (Ф)</b>	<b>Емкость уединенного(изолированного) проводника – отношение величины заряда к потенциалу проводника</b> $C = \frac{q}{\varphi}$ <b>конденсатор – система двух разноименно (заряды по модулю одинаковы) заряженных проводников, разделенных слоем диэлектрика.</b> <b>Емкость конденсатора – отношение величины заряда на одной из обкладок конденсатора к разности потенциалов между обкладками.</b> $C = \frac{q}{U}$ <b>Емкость конденсатора зависит от геометрических размеров проводников, от их расположения и от среды, в которой находятся проводники.</b> <b>Емкость плоского конденсатора: <math>C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}</math>, где <math>S</math> и <math>d</math> – площадь пластин и расстояние между пластинами.</b> <b>Соединение конденсаторов</b> <table border="1" data-bbox="400 1077 1458 1294"> <thead> <tr> <th>соединение</th> <th>Заряд</th> <th>Разность потенциалов</th> <th>Емкость</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>последовательно</td> <td><math>q_1 = q_2 = \dots = q_n</math></td> <td><math>U = U_1 + U_2 + \dots + U_n</math></td> <td><math>\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}</math></td> </tr> <tr> <td>параллельно</td> <td><math>q = q_1 + q_2 + \dots + q_n</math></td> <td><math>U = U_1 = \dots = U_n</math></td> <td><math>C = \sum_{i=1}^n C_i</math></td> </tr> </tbody> </table> <b>Энергия конденсаторов: <math>W = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{q \cdot U}{2} = \frac{q^2}{2 \cdot C}</math></b> <b>Энергия электрического поля: <math>W = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E^2}{2}</math></b>	соединение	Заряд	Разность потенциалов	Емкость	последовательно	$q_1 = q_2 = \dots = q_n$	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$	параллельно	$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$	$U = U_1 = \dots = U_n$	$C = \sum_{i=1}^n C_i$
соединение	Заряд	Разность потенциалов	Емкость										
последовательно	$q_1 = q_2 = \dots = q_n$	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$										
параллельно	$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$	$U = U_1 = \dots = U_n$	$C = \sum_{i=1}^n C_i$										

### Постоянный электрический ток.

Величины, законы	Формулировки и расчетные формулы
<b>Сила тока</b> <b>Единица измерения</b> <b>Ампер (А)</b>	<b>Отношение величины заряда прошедшего через поперечное сечение проводника в единицу времени <math>I = \frac{q}{t}</math> - для постоянного тока.</b> $I = \frac{dq}{dt}$ - для переменного тока <b>Сила тока зависит от концентрации заряженных частиц <math>n_0</math>, площади поперечного сечения проводника <math>S</math> и скорости движения заряженных частиц <math>v</math>.</b> $I = \frac{q}{t} = \frac{e \cdot N}{t} = \frac{e \cdot n_0 \cdot V}{t} = \frac{e \cdot n_0 \cdot S \cdot l}{t} = e \cdot n_0 \cdot S \cdot v$ , где $e = -1,6 \cdot 10^{-19} Кл$ - заряд электрона (элементарный заряд). <b>Заряженные частицы</b>

	Вещество	Заряженные частицы
	Металл	Электроны
	Жидкости (электролиты)	Положительные и отрицательные ионы
	Газы	Положительные и отрицательные ионы, электроны
	Полупроводники	Дырки и электроны
	<p>За направление электрического тока принято направление движения положительно заряженных частиц.</p> <p><b>Плотность электрического тока</b> – векторная физическая величина равная по модулю отношению силы тока к площади поперечного сечения проводника и совпадает с направлением вектора напряженности поля.</p> $j = \frac{I}{S} = \frac{e \cdot n_0 \cdot S \cdot v}{S} = e \cdot n_0 \cdot v$	
<p><b>Напряжение, электродвижущая сила (Э.Д.С)</b> Единица измерения Вольт (В)</p>	<p>Работа сил поля по перемещению положительного единичного заряда называется напряжением <math>U = \frac{A}{q}</math>.</p> <p>Работа сторонних сил (неэлектрических) по перемещению единичного положительного заряда <math>\mathcal{E} = \frac{A_{cm}}{q}</math></p>	
<p><b>Сопротивление проводника</b> Единица измерения Ом (Ом)</p>	<p>Характеризует противодействие электрическому току. Зависит от материала, длины и площади поперечного сечения проводника</p> $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ , где $\rho$ - удельное сопротивление проводника, единица измерения (Ом м) <p>Сопротивление проводника зависит от температуры. Для металла сопротивление возрастает с повышением температуры по линейному закону <math>\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)</math>, где <math>\alpha</math> - температурный коэффициент сопротивления и <math>\rho_0</math> - удельное сопротивление при температуре 0 °С.</p> $\sigma = \frac{1}{\rho}$ - удельная проводимость, единица измерения Сименс (См)	
<p><b>Закон Ома</b></p>	<p><i>Закон Ома для однородного участка цепи</i></p> $I = \frac{U}{R}$ Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению данного участка. <p><i>Закон Ома для полной цепи</i></p> $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ Сила тока в цепи прямо пропорциональна Э.Д.С. и обратно пропорциональна сумме внешнего и внутреннего сопротивления (сопротивление источника) <p><i>Закон Ома для неоднородного участка цепи (с Э.Д.С.)</i></p> $I = \frac{\mathcal{E} \pm \varphi_1 - \varphi_2}{R}$ - сила тока на участке цепи прямо пропорциональна сумме э.д.с. и разности потенциалов и обратно пропорциональна сопротивлению всего участка <p>В частности, при зарядки аккумулятора от источника напряжения <math>I = \frac{U - \mathcal{E}}{r}</math></p> <p><i>Закон Ома в дифференциальной форме</i></p> <p>Плотность электрического тока в проводнике прямо пропорциональна напряженности электрического поля в проводнике <math>\vec{j} = \frac{1}{\rho} \cdot \vec{E}</math></p>	
<p><b>Соединение</b></p>	<p><b>Соединение сопротивлений</b></p>	

сопротивлений и элементов Э.Д.С.	Соединение элементов	Напряжение	сопротивление	Сила тока
	последовательное	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$R = \sum_{i=1}^n R_i$	$I = I_1 = \dots = I_n$
	параллельное	$U_1 = U_2 = \dots = U_n$	$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$	$I = I_1 + \dots + I_n$

#### Соединение элементов Э.Д.С.

При последовательном соединении  $n$  – одинаковых элементов закон Ома для полной

$$\text{цепи: } I = \frac{\varepsilon \cdot n}{R + r \cdot n}$$

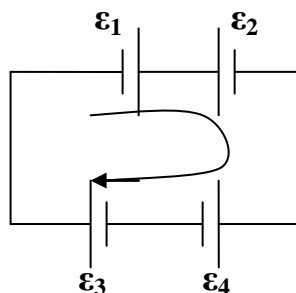
При параллельном соединении  $n$  – одинаковых элементов закон Ома для участка

$$\text{цепи: } I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r}{n}}$$

Правило знаков для различных элементов Э.Д.С. при последовательном соединении

- Выбрать произвольное направление электрического тока в цепи
- При суммировании э. д. с. входят со знаком «+», если элемент создает ток совпадающий с выбранным направлением и со знаком «-», если элемент создает ток противоположного направления
- Если окончательное значение Э.Д.С. отрицательное, значит в действительности направление тока в цепи противоположно выбранному

Пример:



Выбираем направление тока по часовой стрелке, тогда суммарная э. д. с.  $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4$

#### Правила Кирхгофа

Первое: Алгебраическая сумма сил токов сходящихся в узле равна нулю или ток входящий равен току выходящему

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

узел – точка, где сходится не менее трех проводников. Ток идущий к узлу – положительный, отходящий от узла – отрицательный.

Второе: Для любого замкнутого контура алгебраическая сумма падений напряжения равна алгебраической сумме Э.Д.С.

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

Закон Джоуля – Ленца, мощность электрического тока

#### Закон Джоуля – Ленца:

Количество теплоты выделяемой в проводнике с током прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению и времени прохождения электрического тока

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

	<p>также, можно переписать в следующем виде: <math>Q = \frac{U^2}{R} \cdot t = I \cdot U \cdot t</math></p> <p>При последовательном соединении проводников количество теплоты прямо пропорционально сопротивлениям проводников <math>\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}</math>, а при параллельном соединении <math>\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}</math> - обратно пропорционально.</p> <p>Мощность электрического тока – произведение силы тока на напряжение.  <math>P = I \cdot U</math></p> <p>Мощность, также можно вычислить по следующей формуле  <math display="block">P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}</math></p> <p>Мощность источника:  <math>P = I \cdot \varepsilon</math> - полная мощность источника.      При подключении во внешнюю цепь  <math display="block">P_1 = I^2 \cdot R = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} \cdot R</math> - мощность, выделяемая во внешней цепи.</p> <p>К.п.д. источника  <math display="block">\eta = \frac{P_1}{P} \cdot 100\% = \frac{I^2 \cdot R}{I \cdot \varepsilon} \cdot 100\% = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%</math> - отношение полезной мощности к полной мощности или отношение сопротивления внешней цепи к сумме внешнего и внутреннего сопротивления.</p>
--	---

### Магнетизм.

<b>Основные величины, законы</b>	<b>Формулировки законов, расчетные формулы</b>			
Магнитная индукция Единица измерения Тесла(Тл)	<p>Силовая характеристика магнитного поля и численно равна силе действующей на проводник единичной длины при протекании тока в один Ампер, при условии, что проводник перпендикулярен вектору магнитной индукции. <math>B = \frac{F_A}{I \cdot l \cdot \sin \alpha}</math></p> <p>Магнитное поле возникает вокруг проводника с током и вокруг движущейся заряженной частицы. Силовые линии магнитного поля – линии, в каждой точке которой вектор индукции направлен по касательной. Силовые линии магнитного поля замкнутые. Направление индукции магнитного поля находят по правилу буравчика ( если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока, то вращательное движение укажет направление вектора магнитной индукции в данной точке).</p> <p>Магнитное поле однородное, если индукция в каждой точке поля одинакова.  <i>Закон Био – Савара – Лапласа.</i></p> $d\vec{B} = \frac{\mu \cdot \mu_0}{4\pi} \frac{I [dl \times r]}{r^3}$ - индукция элемента проводника с током $I \cdot dl$ , зависящая от силы тока расстояние от проводника до исследуемой точки поля $r$ . $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma_H}{\text{м}}$ - магнитная постоянная $\mu$ - магнитная проницаемость, показывающая во сколько раз магнитное поле в среде больше, чем в вакууме. <p>Связь индукции и напряженности магнитного поля (единица измерения <math>\frac{A}{\text{м}}</math>)</p> $\vec{B} = \mu \cdot \mu_0 \cdot \vec{H}$ <p style="text-align: center;">применение закона Био – Савара- Лапласа</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">Тип проводника</td> <td style="width: 33%;">Индукция</td> <td style="width: 33%;">Напряженность</td> </tr> </table>	Тип проводника	Индукция	Напряженность
Тип проводника	Индукция	Напряженность		

Бесконечный прямой провод	$B = \frac{\mu_0 \mu \cdot I}{2\pi \cdot r}$	$H = \frac{I}{2\pi \cdot r}$
Отрезок проводника	$B = \frac{\mu_0 \mu \cdot I}{4\pi \cdot r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$	$H = \frac{I}{4\pi \cdot r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$
Круговой ток	$B = \frac{\mu_0 \mu \cdot I}{2R}$	$H = \frac{I}{2R}$
Соленоид	$B = \mu \mu_0 \cdot I \cdot n$	$H = I \cdot n$

**Принцип суперпозиции полей**

Индукция (напряженность) магнитного поля в точке созданного системой проводников с токами равен сумме напряженностей магнитных полей, созданных каждым из токов в отдельности.

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n B_i$$

$$\vec{H} = \sum_{i=1}^n H_i$$

**Сила Ампера, сила Лоренца**

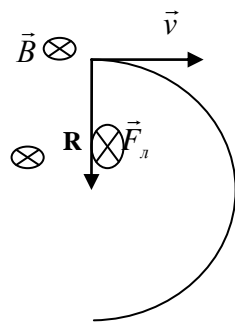
$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$  - сила Ампера действует на проводник с током в магнитном поле и определяется по правилу левой руки: Если левую руку расположить, так, чтобы силовые линии входили в ладонь, четыре пальца указывали направление силы тока, тогда отогнутый большой палец укажет направление силы Ампера.

$F_L = q \cdot v \cdot B \sin \alpha$  - сила Лоренца действует на заряженную частицу и определяется по правилу левой руки для положительно заряженной частицы и по правилу правой руки для отрицательно заряженной частицы.

Если частица влетает под прямым углом к вектору магнитной индукции, то частица движется по окружности с центростремительным ускорением, а если угол отличен от  $90^\circ$ , то частица движется по спирали. При совпадающем направлении движения с вектором индукции, частица движется без изменений своей траектории и скорости.

**Пример:** Электрон влетает под прямым углом к вектору индукции, в магнитное поле. От чего зависит радиус кривизны траектории движения, если электрон предварительно проходит ускоряющую разность потенциалов?

**Решение:**



Используя правило правой руки, так как частица отрицательно заряжена и индукция направлена в плоскость чертежа, определяем направление силы Лоренца. R – радиус окружности, которую описывает электрон.

Частица обладает центростремительным ускорением и

$$F_L = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

по второму закону Ньютона:

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Производя сокращения и выражая радиус кривизны

$$R = \frac{m \cdot v}{e \cdot B}. \text{ Электрон предварительно проходит}$$

ускоряющую разность потенциалов, тогда работа сил поля равна изменению кинетической энергии электрона

$$A = \Delta W_k = \frac{m \cdot (v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2}, \text{ т.к. начальная}$$

скорость равна нулю.

С другой стороны работа сил поля, связана с разностью потенциалов  $A = e \cdot U$

Приравняв оба выражения

	$e \cdot U = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}$ <p>Подставляем в выражение для радиуса кривизны</p> $R = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot U}{e}}$ <p>- радиус кривизны зависит от разности потенциалов, которую прошла частица предварительно, заряда, массы и индукции магнитного поля.</p>
<p><b>Электромагнитная индукция</b>  <b>Единица измерения Вольт(В)</b></p>	<p>Электродвижущая сила электромагнитной индукции возникает в проводящем контуре, который находится в переменном магнитном поле. Э.д.с. возникает также при движении проводника в однородном магнитном поле.</p> <p>Магнитный поток <math>\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha</math> - скалярное произведение индукции магнитного поля на площадь контура и косинуса угла между вектором индукции и перпендикуляром к плоскости контура. Единица измерения Вебер (Вб)</p> <p>При равномерном вращении контура в однородном магнитном поле магнитный поток изменяется по следующему закону <math>\Phi = B \cdot S \cdot \cos \omega \cdot t = B \cdot S \cdot \cos(2\pi \cdot n \cdot t)</math>, где <math>n</math> – частота вращения контура.</p> <p>Потокоцепление – произведение магнитного потока на число витков <math>\Psi = \Phi \cdot N</math></p> <p><b>Закон Фарадея:</b>  Э.д.с. электромагнитной индукции численно равна и противоположно по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность этого контура</p> $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$ <p>- мгновенное значение Э.д.с.</p> $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p>- среднее значение Э.д.с.</p> $\varepsilon = -\frac{\Delta\Psi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p>- среднее значение Э.д.с. возникающей в рамке с <math>N</math> витками.</p> <p>Частным случаем является самоиндукция, которая обусловлена изменением силой тока в контуре</p> $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ <p>- мгновенное значение Э.д.с. самоиндукции.</p> $\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ <p>- среднее значение Э.д.с. самоиндукции.</p> $L = \mu \cdot \mu_0 \cdot n^2 \cdot l \cdot S$ <p>- индуктивность катушки, зависящая от геометрических размеров (площади витка, длины катушки и числа витков) и среды, в которой находится катушка. Единица измерения Генри (Гн).</p> <p><b>Правило Ленца:</b> Магнитное поле индукционного тока имеет такое направление, что препятствует изменению магнитного поля, которое этот индукционный ток вызывает.</p> <p><b>Энергия магнитного поля</b></p> $W = \frac{L \cdot I^2}{2}$ $A = \int I \cdot d\Phi$ <p>- работа силы Ампера.</p> <p>При неизменной силе тока работа силы Ампера может быть выражена, как <math>A = I \cdot \Delta\Phi</math></p>
<p><b>Трансформатор</b></p>	<p>Прибор для преобразования напряжения и силы переменного тока при неизменной частоте называется трансформатором.</p> <p>Состоит из сердечника с двумя катушками, называемыми обмотками трансформатора. Первичная обмотка соединяется с источником, а вторичная соединяется с потребителем электрической энергии.</p> $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}$ <p>В первичной обмотке возникает Э.д.с. самоиндукции, а во вторичной обмотке возникает Э.д.с. электромагнитной индукции и пропорциональны числу витков в них.</p> <p>Если пренебречь сопротивлением обмоток, то <math>\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}</math> напряжения на обмотках</p>

трансформатора будут прямо пропорциональны числу витков.

$$k = \frac{N_1}{N_2} - \text{коэффициент трансформации – отношение числа витков первичной обмотки к}$$

числу витков вторичной обмотки.

Трансформатор понижающий, если коэффициент трансформации больше единицы и повышающий – коэффициент трансформации меньше единицы.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} - \text{сила тока в обмотках обратно пропорциональна числу витков.}$$

Также  $k = \frac{I_2}{I_1}$  - отношение тока вторичной обмотки к току первичной обмотки –

коэффициент трансформации.

К. п. д. (коэффициент полезного действия) трансформатора определяется отношением полезной мощности ко всей подведенной мощности или отношение мощности выделенной во

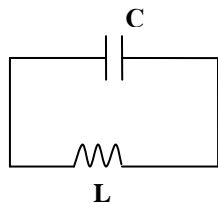
$$\text{вторичной обмотке } P_2 \text{ к мощности подведенной к первичной обмотке } P_1. \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$$

## Колебания и волны.

Основные величины	
Гармонические колебания	<p>Колебания – это процессы, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени.</p> <p><i>Условие колебаний:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Наличие у тела избыточной энергии, т.е. энергии большей по сравнению с энергией, которой обладает тело в положении равновесия;</i></li> <li>• <i>Наличие возвращающей силы, т.е. силы заставляющей тело совершать повторяющиеся процессы;</i></li> <li>• <i>Энергия тела должна быть больше энергии, которую тело тратит на работу против сил трения.</i></li> </ul> <p>Гармонические колебания – это колебания, происходящие по закону синуса или косинуса. <math>x = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)</math>, где <math>x</math> – изменяющаяся физическая величина, <math>A</math> – амплитуда колебания – модуль максимального отклонения физической величины от среднего значения и измеряется в тех же единицах, что и величина <math>x</math>.</p> <p><math>\omega</math> - циклическая частота – число колебаний за <math>2\pi</math> секунд (измеряется в рад/с).  <math>\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu</math>, где <math>\nu</math> - частота колебаний – число колебаний в единицу времени (измеряется в Герцах (Гц = 1/с)).</p> <p><math>T</math>- период колебаний – время одного полного колебания (единица измерения секунда(с))  и связан с частотой <math>T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}</math></p> <p><math>\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0</math> - фаза колебаний – часть периода, выраженная в угловых величинах.</p> <p><math>\varphi_0</math> - начальная фаза колебаний – фаза колебаний в момент времени равный нулю.</p> <p>Скорость колебаний: <math>v = \frac{dx}{dt}</math></p> <p>Максимальная скорость по модулю: <math>v_{\max} = A \cdot \omega</math></p> <p>Ускорение: <math>a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}</math></p> <p>Максимальное ускорение по модулю: <math>a_{\max} = A \cdot \omega^2</math></p> <p>Виды колебаний:</p>

	<p>Свободные колебания – это колебания без внешнего переменного воздействия, а в результате первоначального отклонения от положения равновесия.</p> <p>Затухающие колебания – это колебания под действием внешнего переменного воздействия.</p>
<p><b>Маятники</b></p>	<p><i>Математический маятник</i> – это колебательная система, состоящая из материальной точки подвешенной на невесомой и нерастяжимой нити и совершающая колебания в вертикальной плоскости под действием силы тяжести.</p> <p>Период свободных колебаний математического маятника, зависит от длины и ускорения свободного падения:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p><i>Физический маятник</i> – это абсолютно твердое тело, совершающее колебание в вертикальной плоскости вокруг оси, не проходящей через центр масс тела.</p> <p>Период свободных колебаний физического маятника:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m \cdot g \cdot d}}$ <p>где <math>I</math> - момент инерции физического маятника вокруг оси, проходящей через точку подвеса; <math>d</math> - расстояние от точки подвеса до центра масс маятника; <math>m</math> - масса маятника.</p> <p><i>Пружинный маятник</i> – материальная точка, подвешенное на пружине и совершающее колебание под действием упругой силы.</p> <p>Период свободных колебаний пружинного маятника:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ <p>где <math>m</math> - масса тела; <math>k</math> - жесткость пружины.</p> <p>Колебательный контур – колебательная система, состоящая из катушки индуктивности, конденсатора и сопротивления (активного).</p> <p>В данном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В частности переход электрической энергии в энергию магнитного поля</p> $\frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{L \cdot I^2}{2}$ <p>Виды сопротивления:</p> <p>Активное или омическое сопротивление – сопротивление, обуславливающее переход энергии электромагнитного поля в другие виды энергии ( в частности на тепловое действие электрического тока).</p> <p>Реактивное сопротивление</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Индуктивное сопротивление – сопротивление, обусловленное наличием самоиндукции.</p> <math display="block">X_L = \omega \cdot L</math> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Емкостное сопротивление – сопротивление, обусловленное наличием емкости в цепи контура.</p> <math display="block">X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}</math> </div> </div> <p>Полное сопротивление реального колебательного контура:</p> $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}$





Идеальный колебательный контур – контур без активного сопротивления.

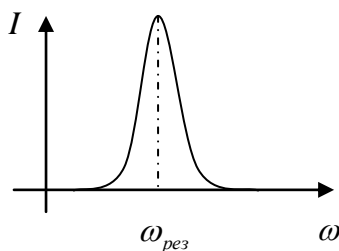
Период свободных колебаний колебательного контура:

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

### Резонанс.

Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении собственной частоты (частота свободных колебаний) с частотой вынужденных колебаний.

В качестве примера рассмотрим электрический резонанс: Резкое возрастание амплитуды колебания силы тока при совпадении собственной частоты колебаний в контуре с частотой вынужденных колебаний



Энергия колебаний

Полная энергия колебаний колеблющейся материальной точки:

$$W = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot A^2}{2}$$

Кинетическая энергия материальной точки:

$$W_k = \frac{1}{2} m \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

Потенциальная энергия колеблющейся материальной точки:

$$W_n = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \omega^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

Волна

Волна - процесс распространения колебаний.

Виды волн:

- Поперечные волны – волны, колебания в которых происходят в направлении перпендикулярно направлению распространения волны;
- Продольные волны – волны, колебания в которых происходят в направлении распространения волны.

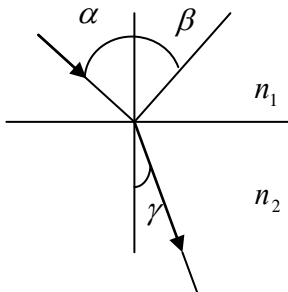
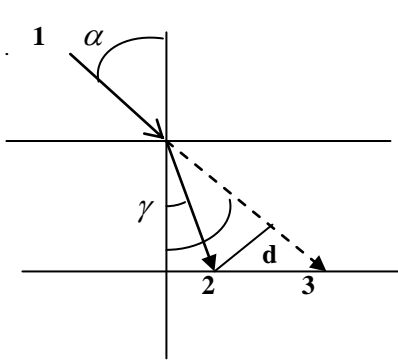
Уравнение волны:

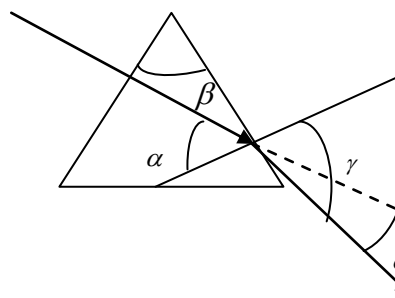
$$x = A \cdot \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{l}{\lambda}\right), \text{ где } \lambda - \text{длина волны} - \text{кратчайшее расстояние между двумя}$$

точками, колеблющимися в одинаковой фазе;  $l$  - расстояние на которое распространяется волна.

$$\lambda = u \cdot \nu - \text{связь длины волны со скоростью } u \text{ и частотой } \nu.$$

**Оптика.**  
**Геометрическая оптика.**

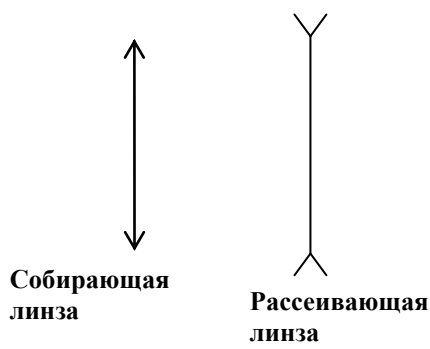
Основные величины, законы	Формулировки, расчетные формулы
<p><b>Законы преломления и отражения</b></p>	<p><b>Закон отражения:</b> Луч, падающий и луч отраженный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным в точке падения. Угол падения равен углу отражения.</p>  <p><b>Закон преломления:</b> Луч, падающий и луч преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным в точке падения. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления, есть величина постоянная.</p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2},$ <p>где <math>n_{21}</math> - относительный показатель преломления, показывающий во сколько раз скорость света в одной среде больше, чем в другой</p> <p><math>n_2, n_1</math> - абсолютные показатели сред, показывающие во сколько раз скорость света в данной среде меньше, чем в вакууме.</p> <p>В задачах по геометрической оптике, показатели преломления различных сред вычисляют относительно воздуха.</p> <p><b>Явление полного внутреннего отражения.</b></p> <p>Данное явление наблюдается при переходе света из среды более оптически плотной в менее оптически плотную, при этом преломленный луч света скользит по границе раздела двух сред. Угол падения, при котором наблюдается полное внутреннее отражение называется предельным углом полного внутреннего отражения.</p> $\sin \alpha_{np} = \frac{1}{n}$ <p>- данная формула справедлива при переходе света из среды в вакуум (воздух).</p>
<p><b>Смещение луча</b></p>	<p>Рассмотрим плоскопараллельную пластинку.</p>  <p>Луч 1 – падающий. Луч 2 – преломленный Луч 3 – продолжение луча 1, как если бы луч 1 не преломлялся. d – смещение луча.</p> <p>Рассмотрим треугольную стеклянную призму (<math>n=1,5</math>).</p>



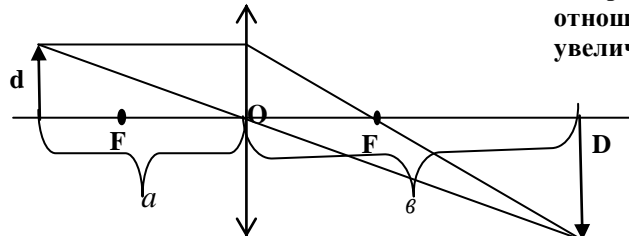
Луч падает перпендикулярно на одну из граней призмы и следовательно не преломляется, т.к. угол падения равен нулю.  
 $\beta$  - преломляющий угол призмы;  
 $\alpha$  - угол падения на вторую грань;  
 $\gamma$  - угол преломления при выходе из призмы, считая, что свет идет из призмы в воздух.  
 $\delta$  - угол отклонения света при выходе из призмы.

**Оптическая сила линзы**  
**Единица измерения диоптрия(дптр)**

Линзой называется прозрачное тело, ограниченное двумя криволинейными или криволинейной и плоской поверхностями. Линза называется тонкой, если ее толщина мала по сравнению с радиусами кривизны ее поверхностями.  
**Виды линз:**



Точка  $O$  – сферический центр линзы, т.е. точка через которую лучи идут не преломляясь.  
 $F$  – фокус линзы, т.е. точка в которой сходятся лучи идущие параллельно главной оптической оси до преломления в линзе.  
 $O F$  или просто  $F$  – фокусное расстояние.  
 $a$  - расстояние от предмета до линзы.  
 $b$  - расстояние от линзы до изображения  
отношение  $D/d$  – называется увеличением линзы.



**Формула для тонкой линзы:**

$$D = \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b}$$
, где знак  $\pm$  зависит от типа линзы(собирающая – «плюс», рассеивающая – «минус») и от изображения(мнимое – «минус», действительное – «плюс»).

Величина обратная фокусному расстоянию  $D$  – оптическая сила линзы.

**Формула зависимости оптической силы от радиуса кривизны линзы:**

$$D = \frac{1}{F} = (n_{21} - 1) \cdot \left( \pm \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2} \right)$$
, где знак зависит от типа поверхности (выпуклая – «плюс», вогнутая – «минус»). Относительный показатель преломления линзы берется относительно той среды, из которой идут лучи.

**Элементы фотометрии.**

Величины	Формулировки, расчетные формулы
Световой поток Единица измерения Люмен (лм)	Световой поток определяется световой энергией, излучаемой точечным источником света, отнесенной ко времени излучения:

	$\Phi = \frac{W}{t}$ <p>Точечный источник света – модель реального источника и представляет собой источник, размеры которого пренебрежимо малы с расстоянием, на которое производится излучение. В применении к электрическим лампам количество люменов светового потока <math>\Phi</math>, которое приходится на один ватт мощности <math>P</math> электрического тока в лампе, называют световой отдачей <math>k</math> лампы:</p> $k = \frac{\Phi}{P}$
Сила света Единица измерения Кандела(кд)	<p>Сила света определяется световым потоком <math>\Phi</math>, излучаемым точечным источником света, равномерно распределенным внутри телесного угла <math>\omega</math> :</p> $I = \frac{\Phi}{\omega}$ <p>Полный световой поток связан с силой света:</p> $\Phi_n = 4\pi \cdot I$
Освещенность Единица измерения Люкс (лк)	<p>Величину <math>E</math>, характеризующую различную видимость отдельных тел и обусловлено величиной падающего на них светового потока, называют освещенностью. При равномерном распределении падающего на поверхность светового потока ее освещенностью измеряется световым потоком, приходящимся на единицу площади этой поверхности.</p> $E = \frac{\Phi}{S}$ <p>Законы освещенности:</p> <p>Первый закон освещенности: при перпендикулярном падении лучей освещенность, создаваемая точечным источником света прямо пропорциональна его силе света и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до освещаемой поверхности.</p> $E = \frac{I}{r^2}$ <p>Второй закон освещенности: Освещенность поверхности, создаваемая параллельными лучами, прямо пропорциональна косинусу угла падения на эту поверхность.</p> $E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \alpha$ , где угол падения отсчитывается от перпендикуляра к поверхности, на которую падают лучи.
Яркость Единица измерения - кандела на квадратный метр $\frac{кд}{м^2}$	<p>Яркость источника определяется силой света источника в заданном направлении, отнесенной к единице поверхности источника:</p> $B = \frac{I}{S \cdot \cos \varphi}$ , где $\varphi$ - угол между перпендикуляром к площадке и направлением наблюдения.

### Волновая оптика.

Явления	Формулировки законов, расчетные формулы
Интерференция	<p>Явление наложения когерентных волн, в результате чего, в одних точках возникает усиление света (максимумы), а в других точках ослабление света (минимумы). Когерентные волны – волны одинаковой частоты разность фаз, которых не зависят от времени.</p> <p>Оптическая разность хода – произведение геометрической разности хода на показатель преломления:</p> $\Delta = L_2 \cdot n_2 - L_1 \cdot n_1$ , где $L_2, L_1$ - оптические длины, т.е. расстояние от когерентных источников до точек в которых наблюдается интерференция света. В случае, если волны идут в одинаковых средах: $\Delta = (L_2 - L_1) \cdot n$

**Условие интерференционного максимума:**

**Оптическая разность хода равна четному числу длин полуволн:**

$$\Delta_{\max} = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}, \text{ где } k = 0, 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

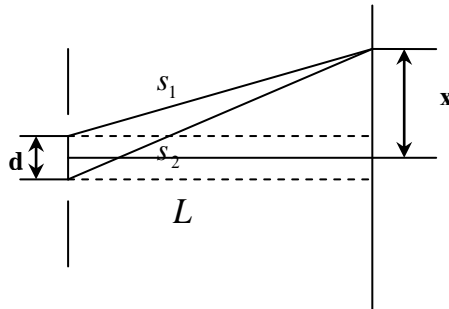
**Условие интерференционного минимума:**

**Оптическая разность хода равна нечетному числу длин полуволн:**

$$\Delta_{\min} = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \text{ где } k = 0, 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

Известно, что от двух независимых источников получить интерференционную картину нельзя, поэтому используют один источник и его излучение разделяют на когерентную систему волн.

Одним из таких примеров является опыт Юнга, интерференция от двух отверстий, которые являются когерентными источниками. Интерференционная картина наблюдается на расстоянии  $L$  от экрана.



Из прямоугольных треугольников находим расстояние волн от источника до точки, в которой наблюдается интерференционная полоса.

$$s_2^2 = L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

$$s_1^2 = L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$$

Вычитая из первого выражения второе, получаем

$$s_2^2 - s_1^2 = 2 \cdot d \cdot x$$

Используя формулу разности квадратов, получаем

$$(s_2 - s_1) \cdot (s_2 + s_1) = 2 \cdot d \cdot x$$

т.к.  $L \gg d$ , то  $(s_2 + s_1) \approx 2L$ , и учитывая, то, что волны идут в воздухе

$\Delta = s_2 - s_1$  - оптическая разность хода волн.

$\Delta = \frac{dx}{L}$ , и тогда расстояние до данной интерференционной полосы равно

$$x = \frac{\Delta \cdot L}{d}$$

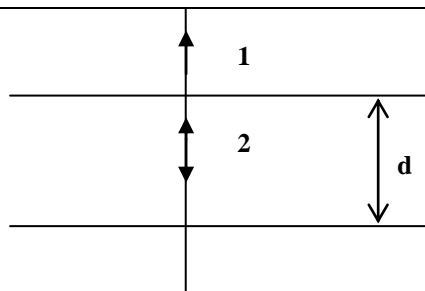
В данной точке условие максимума:

$$x_{\max} = \frac{k\lambda \cdot L}{d}, \text{ где } k = 0, 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

условие минимума:

$$x_{\min} = \frac{(2k + 1) \cdot \lambda \cdot L}{2d}, \text{ где } k = 0, 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

**Интерференция в тонких пленках.**



На пленку толщиной  $d$ , падает перпендикулярно монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$ . Луч 1 отражается от верхней поверхности пленки, луч 2 от нижней поверхности. Лучи 1 и 2 когерентные. Оптическая разность хода равна  $\Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2}$ , где учитывается потеря полуволны на отражение.

Светлые полосы будут удовлетворять условию:

$$\Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2} = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}$$

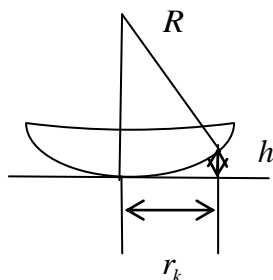
Темные полосы:

$$\Delta = 2dn - \frac{\lambda}{2} = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Характер окраски пленок зависит от оптической разности хода лучей, которая обусловлена ее толщиной и длиной волны падающего света.

Кольца Ньютона.

Опыт Ньютона заключается в следующем: на стеклянную пластинку кладут линзу с большим радиусом кривизны. Интерференцию наблюдают от прослойки  $h$ , с показателем преломления  $n$ , между стеклом и линзой.



При наблюдении в отраженном свете радиусы светлых колец удовлетворяют условию:

$$r_k^{cs} = \sqrt{(2k + 1) \cdot \frac{R \cdot \lambda}{2n}}, \text{ где } k = 0, 1, 2, 3, \dots - \text{целые}$$

числа.

радиусы темных колец:

$$r_k^{cs} = \sqrt{k \cdot \frac{R \cdot \lambda}{n}}, \text{ где } k = 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

При наблюдении в проходящем свете условия меняются местами.

Дифракция света

Распространение света с резкими неоднородностями называют дифракцией света.

В частном случае дифракция – это явление огибания волнами препятствий.

*Принцип Гюйгенса – Френеля: каждая точка, до которой дошла волна, является источником вторичных волн, которые в свою очередь интерферируют.*

Условие дифракционного минимума, при дифракции от щели:

$$r \cdot \sin \varphi = k\lambda, \text{ где } \varphi - \text{угол, под которым наблюдают дифракционные минимумы и } k = 1, 2, 3, \dots - \text{целые числа.}$$

Совокупность большого числа щелей разделенных непрозрачными промежутками называется дифракционной решеткой.

Условие максимума при дифракции от дифракционной решетки:

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

Поляризация света

Явление, при котором колебание светового вектора происходят в одной плоскости, называемой плоскостью колебаний. А плоскость перпендикулярная плоскости колебаний называется плоскостью поляризации.

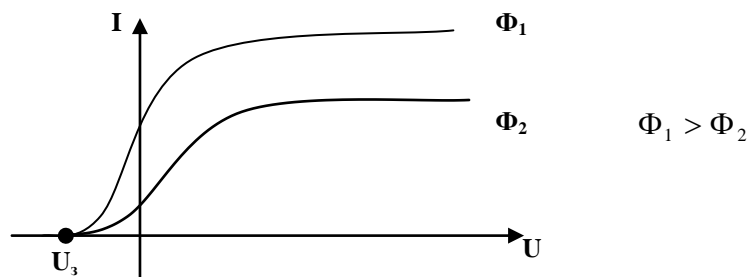
*Закон Малюса:*

Интенсивность плоскополяризованного света прошедшего через анализатор пропорциональна интенсивности света прошедшего через поляризатор и квадрату косинуса угла между плоскостями поляризатора и анализатора

	$I = I_0 \cdot \cos^2 \alpha$ , где $I_0$ - интенсивность света прошедшего через поляризатор, которая связана с интенсивностью естественного света, падающего на поляризатор соотношением $I_0 = \frac{I_{есм}}{2}$ , $I$ - интенсивность света прошедшего через анализатор.  <b>Закон Брюстера:</b> Тангенс угла падения при полной поляризации отраженного луча равен относительному показателю преломления среды, при этом преломленный луч максимально поляризован $\operatorname{tg} \alpha_{Бр} = n.$
--	---

### Квантовая оптика.

Основные величины, законы	Формулировки законов, расчетные формулы
<b>Кванты</b>	<p><b>Фотоэффект</b> – явление освобождение электронов от связей с атомами под действием электромагнитного излучения.</p> <p>Различают внешний, внутренний и вентильный фотоэффект.</p> <p><b>Внешний фотоэффект</b> – явление вырывания электронов с поверхности металлов под действием света.</p> <p><b>Квант или фотон</b> – дискретная часть электромагнитного излучения или порция энергии излучения. Согласно квантовой теории света, свет испускается и поглощается фотонами или квантами. Энергия кванта или фотона связана с частотой излучения:</p> $E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ , где $c = 3 \cdot 10^8 \left(\frac{м}{с}\right)$ - скорость света. $h = 6,62 \cdot 10^{-34} (Дж \cdot с)$ - постоянная Планка. <b>Формула Эйнштейна:</b> $E = m \cdot c^2$ , где $m$ - масса частицы. <b>Импульс фотона:</b> $p = m \cdot c = \frac{E}{c} = \frac{h \cdot \nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
<b>Законы Столетова</b>	<p><b>Первый закон Столетова:</b> Фототок насыщения прямо пропорционален световому потоку.</p> <p><b>Второй закон Столетова:</b> Максимальная скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности света, а определяется его частотой.</p> <p><b>Третий закон Столетова:</b> Для любого металла существует красная граница фотоэффекта, т.е. минимальная частота или максимальная длина волны при которой фотоэффект еще возможен. <math>A = h \cdot \nu_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_0}</math> - работа выхода определяется красной границей фотоэффекта.</p> <p><b>Четвертый закон Столетова:</b> Фотоэффект безынерционен, т.е. сразу исчезает после прекращения действия источника излучения.</p>
<b>Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта</b>	<p>Выражает закон сохранения энергии:</p> $h \cdot \nu = A_e + W_k = h \cdot \nu_0 + \frac{m \cdot u^2}{2}$ - при попадании фотона на поверхность металла, электрон поглощает данный фотон и совершает работу выхода, т.е. работу против действия сил поля со стороны ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки, и после этого остаток энергии идет на кинетическую энергии электрона. Кинетическая энергия электрона связана с задерживающей разностью потенциалов, т.е. разностью потенциалов компенсирующую кинетическую энергию электрона. $W_k = \frac{m \cdot u^2}{2} = e \cdot U_s$ , где $m$ , $e$ – масса и заряд электрона. <b>Работа выхода</b> оценивается, также потенциалом выхода: $A = e \cdot U_e$ <b>1 эВ</b> – энергия, которую приобретает электрон, проходя ускоряющую разность потенциалов в 1 В. $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ <b>Вольт – амперная характеристика фотоэлемента работающего на внешнем фотоэффекте:</b>



### Физика атомного ядра.

Понятия, величины и законы	Формулировки законов, расчетные формулы																		
Состав ядер	<p>Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов, которые называются нуклонами.</p> <p><math>{}^A_Z X</math>, где <math>A</math> – массовое число показывающее число нуклонов (протонов и нейтронов), <math>Z</math> – зарядовое число показывающее число протонов, <math>N=A-Z</math> – число нейтронов.</p> <p>Ядра имеющие одинаковые зарядовые числа, но различные массовые называются изотопами.</p> <p>Пример: изотопы водорода</p> <p><math>{}^2_1 H</math> - дейтерий, ядро которого состоит из одного протона и одного нейтрона.</p> <p><math>{}^3_1 H</math> - тритий, ядро которого состоит из одного протона и двух нейтронов.</p> <p>Для удобства вычислений, массы частиц и атомов измеряются в атомных единицах массы (а.е.м.)</p> <p>1 а. е. м. = <math>1,66 \cdot 10^{-27}</math> кг</p> <p>обозначения и массы частиц:</p> <table border="1" data-bbox="448 1167 1335 1447"> <thead> <tr> <th>частица</th> <th>обозначение</th> <th>Масса в а.е.м.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\alpha</math> - частица</td> <td><math>{}^4_2 He</math> - ядро гелия</td> <td>4,00149</td> </tr> <tr> <td>Позитрон</td> <td><math>{}^0_{+1} e</math></td> <td>0,00055</td> </tr> <tr> <td>электрон</td> <td><math>{}^0_{-1} e</math></td> <td>0,00055</td> </tr> <tr> <td>протон</td> <td><math>{}^1_1 p</math></td> <td>1,00728</td> </tr> <tr> <td>нейтрон</td> <td><math>{}^1_0 n</math></td> <td>1,00867</td> </tr> </tbody> </table> <p>Массы атомов изотопов водорода</p> <p><math>m_1^1 H = 1,00783</math> а. е. м.</p> <p><math>m_1^2 H = 2,01410</math> а. е. м.</p> <p><math>m_1^3 H = 3,01605</math> а. е. м.</p>	частица	обозначение	Масса в а.е.м.	$\alpha$ - частица	${}^4_2 He$ - ядро гелия	4,00149	Позитрон	${}^0_{+1} e$	0,00055	электрон	${}^0_{-1} e$	0,00055	протон	${}^1_1 p$	1,00728	нейтрон	${}^1_0 n$	1,00867
частица	обозначение	Масса в а.е.м.																	
$\alpha$ - частица	${}^4_2 He$ - ядро гелия	4,00149																	
Позитрон	${}^0_{+1} e$	0,00055																	
электрон	${}^0_{-1} e$	0,00055																	
протон	${}^1_1 p$	1,00728																	
нейтрон	${}^1_0 n$	1,00867																	
Закон радиоактивного распада	<p>Альфа, бета и гамма излучение.</p> <p>При альфа – распаде химический элемент смещается на два места влево, а при бета – распаде – на одно место вправо.</p> <p>Число наличных ядер распадается по закону:</p> $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ <p>где</p> <p><math>N_0</math> – число ядер в начальный момент времени</p> <p><math>N</math> – число оставшихся ядер после прошедшего промежутка времени <math>t</math></p> <p><math>\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}</math> - постоянная распада, показывающая вероятность распада одного ядра в единицу времени, <math>T_{1/2}</math> - период полураспада, показывающий время за которое распадается половина наличных ядер</p>																		



	<p style="text-align: center;"><math>\Delta N = N_0 - N</math> – число распавшихся ядер</p> <p style="text-align: center;">Активность изотопа – это величина равная числу распадов ядер в единицу времени</p> <p style="text-align: center;"><math>A = \lambda \cdot N</math>, где <math>N</math> – число ядер.</p> <p style="text-align: center;">Единица измерения активности Беккерель (Бк), <math>1 \text{ Бк} = \frac{\text{распад}}{\text{с}}</math></p> <p style="text-align: center;">Часто используют внесистемную единицу Кюри (Ки), <math>1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}</math></p> <p style="text-align: center;">Число атомов <math>N</math> в радиоактивном изотопе массой <math>m</math>:</p> <p style="text-align: center;"><math>N = \frac{m}{m_0} = \frac{m \cdot N_A}{\mu}</math>, где <math>\mu</math> – молярная масса, <math>N_A</math> – число Авогадро.</p>
<p>Дефект масс, ядерные реакции</p>	<p>Внутри ядра действуют силы между нуклонами называемые ядерными силами, поэтому чтобы разделить ядро на составляющие его отдельные протоны и нейтроны, необходимо затратить большую энергию. Эта энергия называется энергией связи ядра. Такая же по величине энергия выделится, если свободные протоны и нейтроны соединяются и образуют ядро. Используя формулу Эйнштейна, можно сказать что масса ядра должна быть меньше суммы масс свободных протонов и нейтронов, из которых оно образовалось. Эта разность масс называется дефектом масс ядра.</p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{\text{я}}</math></p> <p>В таблицах обычно даны массы атомов изотопов, поэтому:</p> <p><math>m_{\text{я}} = m_a - Z m_e</math>, так как число протонов равно числу электронов в атоме, из массы атома вычитают массу всех электронов.</p> <p>Энергия связи выразится формулой <math>E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2</math>.</p> <p>Энергию связи можно выразить также МэВ (мега электрон – вольт), при записи массы изотопов и частиц в атомных единицах массы <math>E_{\text{св}} = 931 \cdot \Delta m \text{ МэВ}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>Ядерные реакции.</b></p> <p>В ядерных реакциях сохраняются число протонов и число нуклонов; происходит только их перераспределение.</p> <p>Пример: Реакция образования ядер фтора при поглощении альфа – частиц ядрами азота</p> ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{18}_9\text{F}$ <p style="text-align: center;">Сохранятся зарядовое число(число протонов): <math>2+7=9</math></p> <p style="text-align: center;">сохраняется массовое число (число нуклонов): <math>4+14=18</math></p> <p>Энергия, которая выделится или поглотится в ядерной реакции целесообразно рассчитывать по следующей формуле</p> <p style="text-align: center;"><math>E = 931 \cdot \Delta m \text{ МэВ}</math></p> <p><math>\Delta m</math> - разность между суммарной массой частиц, вступивших в реакцию, и суммарной массой продуктов реакции и применительно к данной формуле энергии ядерной реакции, выражается в атомных единицах массы (а. е. м.)</p>

### Примеры задач. Кинематика.

#### Задача 1.

Первую треть пути автомобиль проехал со скоростью 60 км/ч, оставшуюся часть со скоростью 80 км/ч. Определить среднюю скорость автомобиля и путь, если он был в пути 5 ч. Определить стоимость израсходованного топлива, если расход топлива 8 литров на 100 км и стоимость одного литра – 15 руб.

Дано:

$$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}, v_2 = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}, t = 5 \text{ ч.}$$

$$v_{\text{ср}} - ?, S - ?, C - ?.$$

**Решение:**

**1. Средняя скорость определяется как отношение пройденного расстояния к промежутку времени, за который это расстояние было пройдено.**

$$v_{cp} = \frac{S}{t}.$$

**Анализируя условие задачи, выделим участки, в данном случае это участки пути.**

**Первую треть всего пути  $\frac{S}{3}$  автомобиль двигался со скоростью  $v_1$ , следовательно, он**

**прошел этот участок за время  $t_1 = \frac{S}{3 \cdot v_1}$ .**

**Оставшуюся часть пути  $\frac{2S}{3}$  автомобиль двигался со скоростью  $v_2$ , следовательно, он**

**прошел этот участок за время  $t_2 = \frac{2S}{3 \cdot v_2}$ .**

**Зная, что полное время  $t = t_1 + t_2$ , подставляем в формулу средней скорости.**

$$v_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{S}{3 \cdot v_1} + \frac{2S}{3 \cdot v_2}} = \frac{S}{S \cdot \left(\frac{v_2 + 2v_1}{3 \cdot v_1 \cdot v_2}\right)} = \frac{3 \cdot v_1 \cdot v_2}{v_2 + 2v_1} = \frac{3 \cdot 60 \cdot 80}{80 + 2 \cdot 60} \left(\frac{\frac{км}{ч} \cdot \frac{км}{ч}}{\frac{км}{ч}}\right) = 72 \left(\frac{км}{ч}\right)$$

**2. Путь, пройденный автомобилем  $S = v_{cp} \cdot t = 72 \cdot 5 \left(\frac{км}{ч} \cdot ч\right) = 360(км)$**

**3. Зная расход топлива, определим величину израсходованного топлива:**

**так, как  $\frac{8л}{100км} = 0,08 \frac{л}{км}$ , то  $V = 0,08 \cdot 360 \left(\frac{л}{км} \cdot км\right) = 28,8(л)$ .**

**Стоимость израсходованного топлива:  $C = 28,8 \cdot 15 \left(л \cdot \frac{руб}{л}\right) = 432(руб)$**

**Ответ: 72 км/ч; 360 км; 432 руб.**

**Задача 2.**

**На промежутке времени  $[0,5)$  тело движется равноускоренно с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , на**

**промежутке  $[5,10)$  – по закону  $S(t) = \frac{1}{3} \cdot t^3 + 2t$  - зависимость пути от времени и на промежутке**

**$[10,15]$  – равномерно. Определить скорости тела в моменты времени 3 с, 8 с и 12 секунд.**

**Построить график ускорения. Начальная скорость равна нулю.**

**Решение:**

**Рассмотрим участки движения тела:**

**1. На промежутке  $[0,5)$  движется равноускоренно, следовательно, скорость выразиться формулой:**

$$v_1 = v_0 + a \cdot t = a \cdot t = 2 \cdot 3 \left(\frac{м}{с^2} \cdot с\right) = 6 \left(\frac{м}{с}\right), \text{ так как начальная скорость равна нулю.}$$

**2. На промежутке  $[5,10]$  движется согласно закону  $S(t) = \frac{1}{3} \cdot t^3 + 2t$ .**

**Тогда скорость тела в момент времени 8 с:**

$$v = \frac{dS}{dt} = S'(t) = \left(\frac{1}{3} \cdot t^3 + 2t\right)' = t^2 + 2 - \text{закон изменения скорости.}$$

$$v_1(8) = 64 + 2 = 66 \left(\frac{M}{c}\right)$$

3. На промежутке времени  $[10, 15]$  тело движется равномерно, тогда скорость неизменна и равна скорости, которой достигло тело в момент времени равный 10 с, двигаясь по закону

$$S(t) = \frac{1}{3} \cdot t^3 + 2t.$$

Так как  $v = t^2 + 2$ , то  $v(10) = 100 + 2 = 102 \left(\frac{M}{c}\right)$

Скорость тела в момент времени 12 с,  $v_3 = 102 \left(\frac{M}{c}\right)$ .

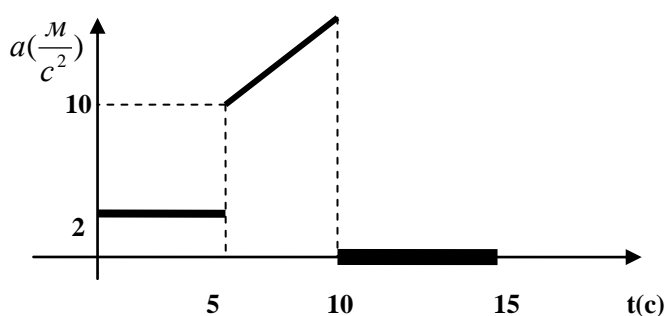
4. Для построения графика ускорения от времени необходимо проанализировать характер движения на каждом промежутке времени.

1). На промежутке  $[0, 5)$  ускорение постоянно, т.е. прямая параллельная оси времени.

2). На промежутке  $[5, 10]$ , ускорение изменяется согласно закону  $a = \frac{dv}{dt} = (t^2 + 2)' = 2t$  - линейная зависимость и графиком является прямая, одна из точек, которой имеет координаты  $a(5) = 2 \cdot 5 = 10 \left(\frac{M}{c^2}\right)$ .

3). На промежутке  $[10, 15]$ , ускорение равно нулю, так как движение равномерное.

График зависимости ускорения от времени имеет вид:



#### Динамика.

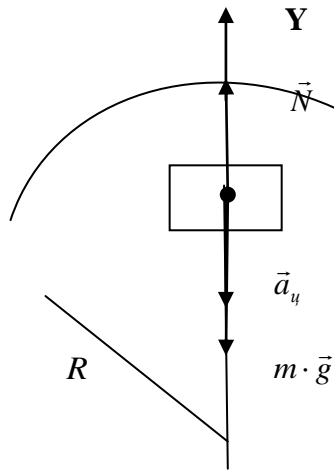
1. Автомобиль массой 10 тонн, движется равномерно со скоростью 36 км/ч по выпуклому мосту с радиусом кривизны 25 м. Определить вес автомобиля с грузом в средней точке моста.

Дано:  $v = 36 \left(\frac{KM}{ч}\right) = 36 \cdot \frac{1}{3,6} \left(\frac{M}{c}\right) = 10 \left(\frac{M}{c}\right)$ ,  $R = 25(M)$ ,  $m = 10^4 (кг)$ .

Р-?

Решение:

1). Построение чертежа и обозначение сил действующих на тело.



2). Запись второго закона Ньютона в векторной форме.  
 На тело действует две силы: сила реакции опоры и сила тяжести, под действием которых тело движется по окружности с центростремительным ускорением.  
 $\vec{N} + m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_y$

3). Проводим вертикальную ось ОУ и находим проекцию на эту ось.

$$OY: N - m \cdot g = -m \cdot a_y$$

$$N = m \cdot (g - a_y)$$

Учитываем то, что сила реакции опоры равна весу тела, по третьему закону Ньютона:  $P=N$ .  
 Центростремительное ускорение связано со скоростью тела и радиусом кривизны:

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$P = N = m \cdot (g - \frac{v^2}{R}) = 10^4 \cdot (9,8 - \frac{100}{25})(\text{кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}^2}) = 5,8 \cdot 10^4 (\text{Н}) = 58 \text{кН}$$

Ответ: 58 кН.

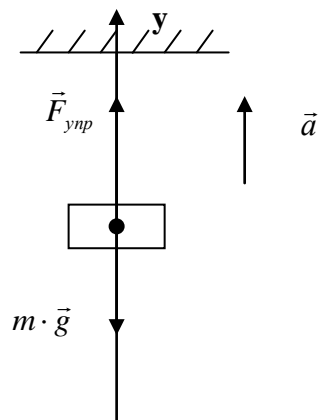
Лифт массой 150 кг поднимают из шахты с ускорением 1 м/с<sup>2</sup>, на стальном тросе. Зная, что запас прочности равен 10, определить площадь поперечного сечения троса, если предел прочности стали равен 0,5 ГПа.

Дано:

$$m = 150(\text{кг}), a = 1(\frac{\text{М}}{\text{с}^2}), n = 10, \sigma_{np} = 0,5(\text{ГПа}).$$

S - ?

Решение:



Исходя из определения запаса прочности:

$n = \frac{\sigma_{np}}{\sigma}$  (1)- отношение предела прочности к механическому напряжению в образце.

$$\sigma = \frac{F_{ynp}}{S} \quad (2)$$

Из второго закона Ньютона:

$F_{ynp} - m \cdot g = m \cdot a$  - проекция сил на вертикальную ось.

Тогда, выражая силу упругости, и подставляя в формулу (2):

$$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S} = \frac{m \cdot (g + a)}{S}$$

Подставляем полученное выражение в формулу запаса прочности (1).

$$n = \frac{\sigma_{\text{пр}}}{\sigma} = \frac{\sigma_{\text{упр}} \cdot S}{m \cdot (g + a)}$$

Выражаем площадь поперечного сечения:

$$S = \frac{m \cdot (g + a) \cdot n}{\sigma_{\text{упр}}} = \frac{150 \cdot (9,8 + 1) \cdot 10}{0,5 \cdot 10^9} \left( \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{Па}} \right) \approx 0,32 \cdot 10^{-4} (\text{м}^2)$$

Размерность:  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{\text{с}^2 \cdot \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \text{м}^2$

Ответ:  $0,32 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

### Законы сохранения.

Шарик массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и сталкивается с неподвижным шариком массой 1 кг. Определить скорости шариков и их кинетические энергии после столкновения, если удар:

- абсолютно упругий;
- абсолютно неупругий.

Дано:

$$v_1 = 4 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right), m_1 = 2(\text{кг}), m_2 = 1(\text{кг})$$

$$v_1' - ?, v_2' - ?, W_1 - ?, W_2 - ?$$

**Решение:**

Абсолютно упругий удар	Абсолютно неупругий удар
	
<p>Используем закон сохранения импульса, зная, что скорость второго тела равна нулю. Записываем данный закон в проекции на ось ОХ:</p> $m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$ <p>При абсолютно упругом ударе сохраняется энергия (кинетическая):</p> $\frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} = \frac{m_1 \cdot v_1'^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2'^2}{2}$ <p>составляем систему уравнений</p>	<p>Используем закон сохранения импульса, зная, что при абсолютно неупругом ударе скорости тел после взаимодействия равны по величине и направлению.</p> $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$ $v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 3}{2 + 1} = 2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ $v = v_1' = v_2' = 2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

$$\begin{cases} m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' & (1) \\ m_1 v_1^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2 \end{cases}$$

**Выполняем преобразования:**

$$\begin{cases} m_1(v_1 - v_1') = m_2 v_2' \\ m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2 v_2'^2 \end{cases}$$

**Используем формулу разности квадратов для преобразования второго выражения:**

$$\begin{cases} m_1(v_1 - v_1') = m_2 v_2' \\ m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') = m_2 v_2'^2 \end{cases}$$

**Делим второе уравнение на первое:**

$$v_1 + v_1' = v_2'$$

**Добавляем уравнение из системы (1) и получаем систему (2):**

$$\begin{cases} v_1 + v_1' = v_2' \\ m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \end{cases}$$

**Используем метод подстановки:**

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2(v_1 + v_1')$$

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2} = \frac{(2-1) \cdot 3}{2+1} \left( \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{кг} \cdot \text{с}} \right) = 1 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$v_2' = v_1 + v_1' = 3 + 1 = 4 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Кинетические энергии после столкновения:**

$$W_1 = \frac{m_1 v_1'^2}{2} = \frac{2 \cdot 1^2}{2} = 1 (\text{Дж})$$

$$W_2 = \frac{m_2 v_2'^2}{2} = \frac{1 \cdot 4^2}{2} = 8 (\text{Дж})$$

**Ответ: 1 м/с; 4 м/с; 1 Дж; 8 Дж.**

**Кинетическая энергия после столкновения тел:**

$$W_1 = \frac{m_1 v_1'^2}{2} = \frac{2 \cdot 2^2}{2} = 4 (\text{Дж})$$

$$W_2 = \frac{m_2 v_1'^2}{2} = \frac{1 \cdot 2^2}{2} = 2 (\text{Дж})$$

**Ответ: 2 м/с; 2 м/с; 4 Дж; 2 Дж.**

### Закон сохранения энергии.

**Шар скатывается с вершины горы высотой  $h$ . Определить скорость шара в основании горы. Трением пренебречь.**

**Решение:**

**Используем закон сохранения энергии:**

**На вершине горы шар обладает потенциальной энергией  $W_n = mgh$**

У основания горы обладает кинетической энергией поступательного и вращательного

$$\text{движения } W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{I \cdot \omega^2}{2}$$

$$\text{Момент инерции шара: } I = \frac{2}{5} m \cdot R^2$$

$$\text{Линейная скорость связана с угловой скоростью: } \omega = \frac{v}{R}$$

Подставляя данные значения в формулу кинетической энергии:

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{\frac{2}{5} m R^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2} = \frac{7}{10} m \cdot v^2$$

На основании закона сохранения энергии ( т.к. не действуют силы трения):

Потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию:

$$W_n = W_k$$

$$mgh = \frac{7}{10} mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{10 \cdot g \cdot h}{7}}$$

Скорость шара однозначно определяется высотой.

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot g \cdot h}$$

### Термодинамика.

Какое давление установится в резервуаре емкостью 200 л, после нагнетания воздуха десятью насосами, поршни которых делают по 100 ходов каждый? Насосы нагнетают воздух при нормальном атмосферном давлении ( $10^5$  Па), объем цилиндра каждого из насосов 0,2 л. Считать, что перед началом нагнетания воздуха, резервуар был пуст и изменение температуры пренебречь.

$$V_1 = 0,2 \text{ л}, V = 100 \text{ л}, p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}, n = 10, N = 100$$

$$p - ?$$

Решение:

За один ход поршня одного насоса забирается объем  $V_1$ , а за один ход поршней  $n$  насосов -  $n \cdot V_1$ , тогда за  $N$  ходов поршней  $n$  насосов -  $N \cdot n \cdot V_1$ .

Давление в каждом из случаев атмосферное.

Воздух, попадая в резервуар, расширяется и занимает весь предоставленный ему объем.

Так как процесс изотермический, то используем закон Бойля – Мариотта:

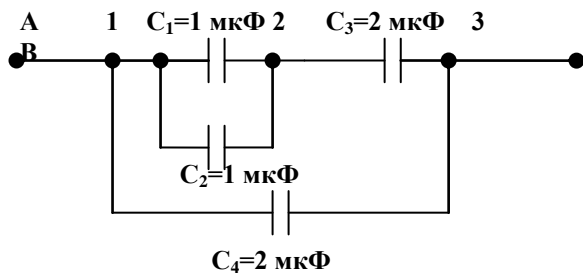
$$n \cdot N \cdot p_{\text{атм}} \cdot V_1 = p \cdot V$$

$$p = \frac{n \cdot N \cdot p_{\text{атм}} \cdot V_1}{V} = \frac{10 \cdot 100 \cdot 10^5 \cdot 0,2}{200} \left( \text{Па} \cdot \frac{\text{л}}{\text{л}} \right) = 10^5 \text{ (Па)}$$

Ответ:  $10^5$  Па.

### Электростатика.

Определить емкость батареи конденсаторов и напряжении подведенное к батарее, если напряжение на первом конденсаторе 10 В.



Дано:  
 $U_1=10 \text{ В}$   
 Найти:  $C$  -?,  $U_{AB}$  -?

**Решение:**

Батарея конденсаторов представляют собой цепи емкостей.

Разобьем цепь на участки 1-2-3.

1) Участок 1-2 представляет собой два параллельных конденсатора  $C_1$  и  $C_2$ .

Емкость этого участка  $C_{12}=C_1+C_2$

2) Участок 1-3 представляет собой последовательное соединение участка  $C_{12}$  с конденсатором  $C_3$ .

Емкость этого участка  $\frac{1}{C_{13}} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3}$  или можно вычислить по следующей форме

$$C_{13} = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{(C_1 + C_2) \cdot C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$$

3) Емкость всей батареи – это параллельное соединение участка 1-3 с конденсатором  $C_4$ .

Используя формулу параллельного соединения конденсаторов

$$C = C_{13} + C_4 = \frac{(C_1 + C_2) \cdot C_3}{C_1 + C_2 + C_3} + C_4 = \frac{(1+1) \cdot 2}{1+1+2} + 2 = 3(\text{мкФ})$$

Известно, что напряжение на конденсаторе  $C_1$  равно 10 В, следовательно напряжение на  $C_2$  также равно 10 В, так как  $C_1$  и  $C_2$  соединены параллельно.

Участки  $C_{12}$  и конденсатор  $C_3$  соединены последовательно, следовательно заряд на этих участках одинаков  $q_{13} = q_{12} = q_3$ .  $q_{12} = C_{12} \cdot U_1 = (C_1 + C_2) \cdot U_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 20 \cdot 10^{-6} (\text{Кл})$

Напряжение на участке 1-3 равно напряжению на конденсаторе  $C_4$  и может быть вычислено по формуле

$$U_{AB} = \frac{q_{13}}{C_{13}} = \frac{q_{12}}{C_{13}} = \frac{q_{12} \cdot (C_1 + C_2 + C_3)}{(C_1 + C_2) \cdot C_3} = \frac{20 \cdot 10^{-6} (1+1+2) \cdot 10^{-6}}{(1+1) \cdot 2 \cdot 10^{-6}} \left( \frac{\text{Кл} \cdot \Phi}{\Phi^2} \right) = 20(\text{В})$$

Ответ: 3 мкФ; 20 В.

**Постоянный ток.**

Пять одинаковых аккумуляторов с э.д.с.  $\varepsilon = 2(\text{В})$  и внутренним сопротивлением

$r = 0,15(\text{Ом})$  каждый, соединяют в случае:

а) последовательно;

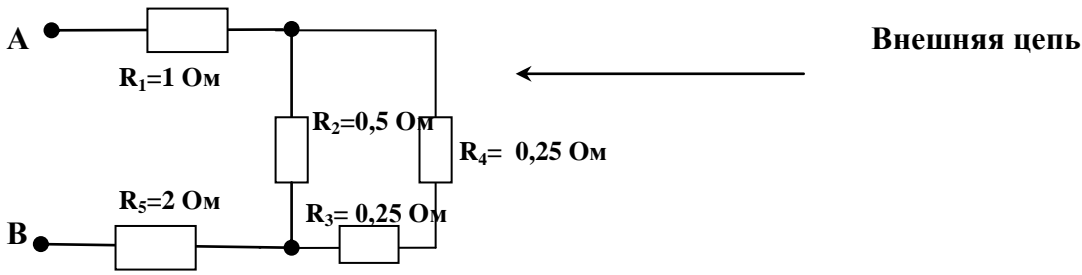
б) параллельно.

После этого подключают к зажимам цепи АВ представленной на схеме.

Определить мощность электрического тока во внешней цепи.



В



**Решение:**

**Мощность электрического тока во внешней цепи:**

$P = I^2 \cdot R_{вн}$ , где  $R_{вн}$  - внешнее сопротивление, т.е. сопротивление внешней цепи.

1). Рассмотрим случай последовательного соединения элементов Э.Д.С. и подключения ко внешней цепи.

Для нахождения силы тока используем закон Ома для полной цепи (в случае последовательного соединения элементов Э.Д.С.

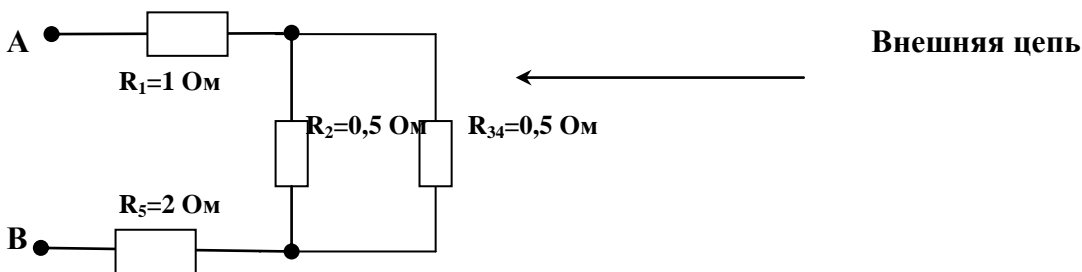
$I = \frac{\varepsilon \cdot n}{R_{вн} + r \cdot n}$ , где  $n$  – число аккумуляторов.

**Основная задача состоит в отыскании величины внешнего сопротивления.**

**Воспользуемся методом эквивалентного сопротивления.**

Будет сводить данную цепь в элементарную путем замены нескольких сопротивлений одним называемым эквивалентным, при котором сила тока и напряжение не изменяются.

1. Заменяем сопротивления  $R_3$  и  $R_4$ , сопротивлением  $R_{34} = R_3 + R_4 = 0,25 + 0,25 = 0,5$  Ом, тогда схема примет вид:

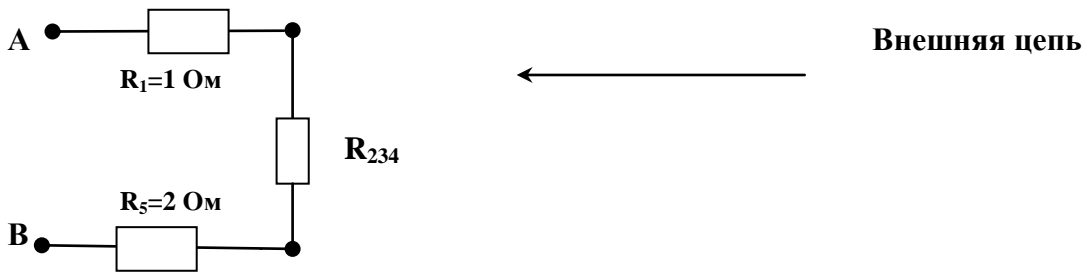


2. Заменяем сопротивления  $R_2$  и  $R_{34}$  сопротивлением  $R_{234}$ , которое вычисляем по формуле

$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}}$ , так как соединение параллельное. Преобразовав данное выражение:

$$R_{234} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{0,5 \cdot 0,5}{0,5 + 0,5} = 0,25(Ом)$$

**Эквивалентная схема для данного случая:**



Полученную схему достаточно просто рассчитать, так как представляет собой последовательное соединение резисторов:

$$R_{вн} = R_1 + R_5 + R_{234} = 1 + 2 + 0,25 = 3,25(Ом)$$

Мощность электрического тока при последовательном соединении аккумуляторов:

$$P = I^2 \cdot R_{вн} = \left( \frac{\varepsilon \cdot n}{R_{вн} + r \cdot n} \right)^2 \cdot R_{вн} = \left( \frac{2 \cdot 5}{3,25 + 0,15 \cdot 5} \right)^2 \cdot 3,25 \approx 20,3(Вт)$$

2) При параллельном соединении аккумуляторов мощность электрического тока:

$$P = I^2 \cdot R_{вн}, \text{ где сила тока } I = \frac{\varepsilon}{\left( R_{вн} + \frac{r}{n} \right)}$$

параллельное.

Тогда подставив формулу силы тока для последовательного соединения аккумуляторов в формулу мощности

$$P = \left( \frac{\varepsilon}{R_{вн} + \frac{r}{n}} \right)^2 \cdot R_{вн} = \left( \frac{2}{3,25 + \frac{0,15}{5}} \right)^2 \cdot 3,25 \approx 1,2(Вт)$$

Из полученных результатов можно сделать вывод, что при последовательном соединении аккумуляторов, мощность во внешней цепи выше.

Ответ: 20,3 Вт; 1,2 Вт.

### Оптика.

На высоте 3 м висит лампа и освещает площадку на поверхности земли. На каком расстоянии от центра площадки освещенность поверхности земли в 8 раза меньше, чем в центре?

Дано:  $h=3$  м;  $E_0=8$  Е.

$l$  – ?

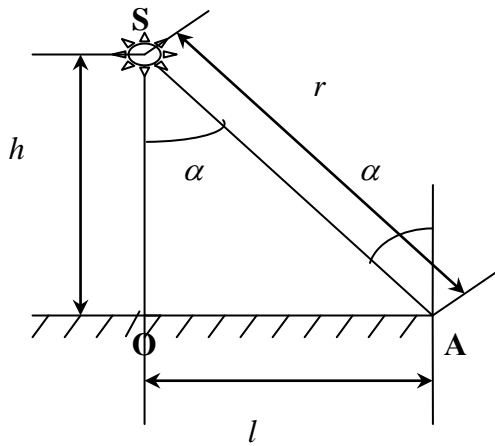
Решение:

По первому закону освещенности, освещенность в центре площадки

$$E_0 = \frac{I}{h^2}$$

Освещенность поверхности земли на расстоянии  $l$  от центра, по второму закону освещенности

$$E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \alpha$$



Из рисунка видно, что  $\cos \alpha = \frac{h}{r}$ , где

$r = \sqrt{h^2 + l^2}$ . Тогда освещенность в точке А

$$E = \frac{I \cdot h}{\sqrt{(h^2 + l^2)^3}}$$

Освещенность в центре больше освещенности в точке А больше в восемь раз

$$E_0 = 8E \Rightarrow \frac{I}{h^2} = \frac{8 \cdot I \cdot h}{\sqrt{(h^2 + l^2)^3}}$$

$$\sqrt{(h^2 + l^2)^3} = 8h^3 \Rightarrow h^2 + l^2 = 4h^2 \Rightarrow l = \sqrt{3} \cdot h = \sqrt{3} \cdot 3 \approx 9,4(\text{м})$$

Ответ: 9,4 м.

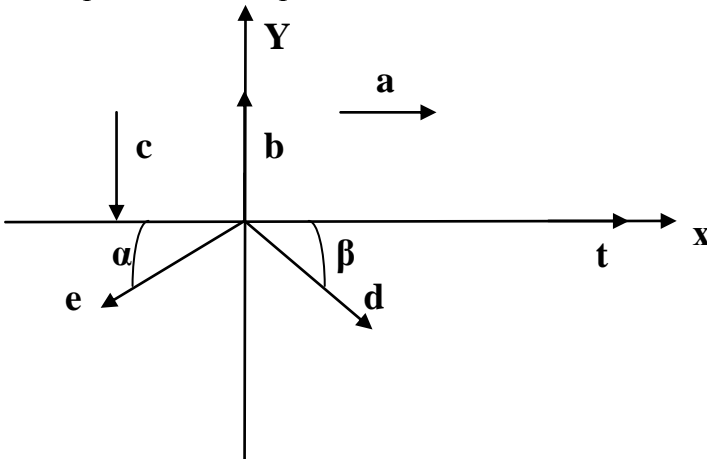
### Блок задач.

#### Кинематика.

Задачи для решения на практических занятиях.

#### 1.1 Нахождение проекций.

Найти проекции векторов на оси.



#### 1.2 Координатный метод.

1. Два автомобиля движутся навстречу друг другу. Один движется равномерно со скоростью 20 м/с другой равноускоренно с ускорением 1 м/с<sup>2</sup>. Определить через какой момент времени они встретятся, если первоначальное расстояние 2500 м. Начальная скорость автомобиля, движущегося равноускоренно, равна нулю.
2. Турист вышел из пункта расположенного в 3км к востоку и 1 км к северу от перекрестка дорог и прошел за 1 час 5 км под углом 45° к востоку. Определить конечное положение туриста.
3. С вертолета находящегося на высоте 500 м сброшен груз. Определить время падения груза, если вертолет движется вертикально вверх со скоростью 5 м/с.

#### 1.3 Средняя скорость.

1. Первую половину времени автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч, вторую половину времени со скоростью 80 км/ч. Определить среднюю скорость движения автомобиля.
2. Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью 70 км/ч, вторую половину пути со скоростью 60 км/ч. Определить среднюю скорость движения автомобиля.

3. Три четверти пути автомобиль двигался со скоростью 50 км/ч, оставшуюся часть пути двигался со скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость автомобиля. Путь, пройденный автомобилем за 3 часа. Стоимость израсходованного топлива, зная, что на 100 км – 10 литров и 1 литр – 15 руб.

#### 1.4 Мгновенная скорость.

1. Тело движется согласно уравнению  $S = 2t + t^2$ . Определить скорость в момент времени 3 с скорость, ускорение, среднюю скорость за этот промежуток времени.

2. Зависимость скорости тела от времени  $v = 3t + t^2$ . Определить в момент времени 1с скорость, ускорение и путь пройденный телом за этот промежуток времени.

3. Радиус вращающегося диска 0,1м. Зависимость угла поворота от времени задается уравнением  $\varphi = 2t + t^3$ . Определить тангенциальное и нормальное ускорение в момент времени 2с.

### Транспортные задачи.

*Основную роль в товародвижении (процесса доведения товаров от производителей до потребителей) играют транспортные перевозки. Правильный выбор и эффективное использование транспортных средств позволяет организовать бесперебойное снабжение товарами предприятий торговли, улучшить экономические показатели их работы, повысить уровень обслуживания как оптовых, так и розничных покупателей.*

*Транспортные задачи помогают выбрать оптимальный вид транспорта, что способствует отсутствию финансовых потерь.*

*Существует 4 вида транспорта: автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный. Существенную роль при товародвижении внутри страны отводят автомобильному и железнодорожному транспорту.*

### Расчетные задачи.

#### № 1.

**Задача 1.** Необходимо организовать транспортную перевозку груза.

Груз массой  $x$  тонн можно перевозить двумя путями: железнодорожным транспортом и автомобильным. Автомобильная трасса составляет 500 км., железнодорожный путь 1000 км. Стоимость одной тонны груза до перевозки составляет  $y$  тыс. рублей.

Исходя из этого, определить, каким путем выгодно перевозить груз, если для перевозки автомобильным транспортом используются автомобили большой грузоподъемности – 10 тонн и первую половину пути автомобиль движется со скоростью  $v_1$ , вторую половину – со скоростью  $v_2$ . Вычислить среднюю скорость, время движения, число автомобилей, средний расход топлива и его стоимость, которая входит в стоимость товара после перевозки, зная, что при движении одного автомобиля со скоростью 40 – 60 км/ч – 15л на 100 км, 60 – 80 км/ч – 20л на 100 км. Стоимость топлива 14 руб. за литр.

При перевозке железнодорожным транспортом со средней скоростью  $v_3$  стоимость товара возрастает на 0,5 % стоимости каждой тонны груза.

Определить на сколько процентов подорожает товар после перевозки автомобильным и железнодорожным транспортом, если товар нуждается в срочной реализации и с каждым часом его стоимость возрастает на 0,01%

Таблица вариантов.

№ варианта	x (тонн)	y (тыс. руб.)	$v_1$ (км/ч)	$v_2$ (км/ч)	$v_3$ (км/ч)
------------	----------	---------------	--------------	--------------	--------------

1	20	27	48	65	70
2	140	29	40	56	60
3	30	28	54	45	80
4	25	21	46	80	70
5	40	20	45	76	60
6	45	58	54	59	80
7	50	35	65	64	70
8	60	30	56	75	60
9	70	20	45	76	80
10	75	40	48	80	70
11	80	14	40	57	60
12	85	38	54	40	80
13	90	29	46	50	70
14	95	57	45	60	60
15	100	32	54	40	80
16	14	57	65	50	70
17	18	10	56	60	60
18	12	28	45	40	80
19	17	39	80	50	70
20	19	37	76	60	60
21	22	50	59	40	80
22	23	59	64	50	70
23	24	56	75	60	60
24	25	75	76	50	80
25	129	28	69	60	75

**Задача 2.** На отрезке времени  $[0; t_1]$  тело движется согласно уравнению  $S(t)$  (где  $S$  – путь), на отрезке времени  $[t_1; t_2]$  – равномерно. Определить скорость, путь, ускорение в момент времени  $t_1$ , весь пройденный путь и построить график скорости движения от времени.

**Для вариантов 1 -12.**

№ варианта	$S(t)$	$t_1$	$t_2$
1	$1+t+t^2$	1	2
2	$1+t+t^3$	2	3
3	$1+2t+t^2$	3	4
4	$5+5t+t^2$	4	5
5	$1+t+9t^2$	5	6
6	$t+t^2+t^3$	6	7
7	$1+t^2$	7	8
8	$2+t+t^2$	8	9
9	$2+2t+t^2$	9	10
10	$1+2t+7t^2$	10	11
11	$4+t^2$	11	12
12	$2t+t^2$	12	17

На отрезке времени  $[0; t_1]$  тело движется согласно уравнению  $v(t)$  (где  $v$  – скорость), на отрезке времени  $[t_1; t_2]$  – равномерно. Определить скорость, путь, ускорение в момент времени  $t_1$ , весь пройденный путь и построить график скорости движения от времени.

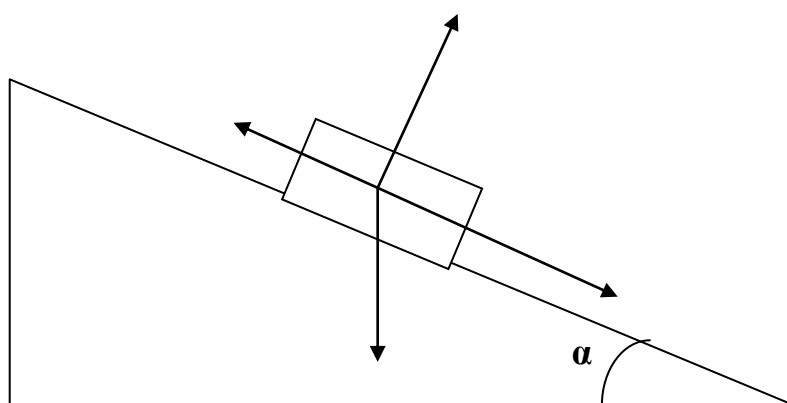
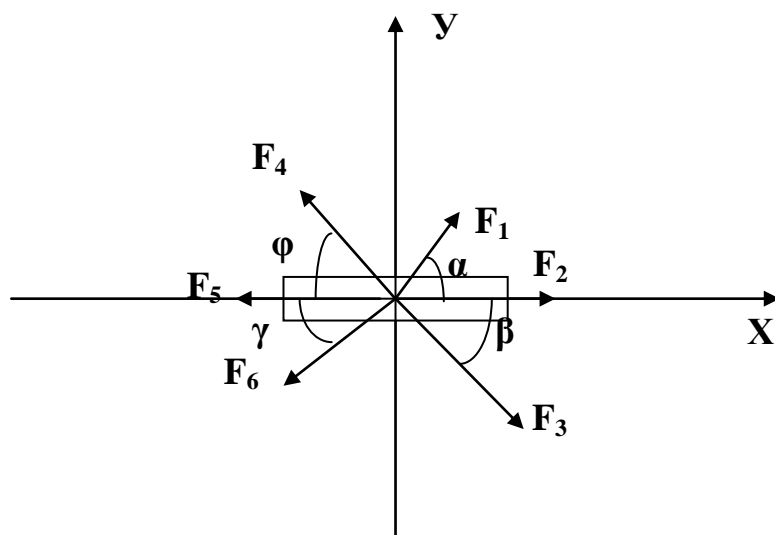
**Для вариантов 13 – 25.**

№ варианта	$v(t)$	$t_1$	$t_2$
------------	--------	-------	-------

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

**Динамика.  
Проекция на оси.**

1. Найти проекции сил, действующих на тело, на оси X и Y, а также проекции равнодействующей силы.



2. Выбрать оси и найти проекции сил на эти оси, предварительно обозначив эти силы.

3. Тело равномерно скользит вдоль наклонной плоскости. Доказать, что коэффициент трения в этом случае, равен тангенсу угла наклона плоскости.

**Движение по вертикали.**

В задачах ускорение свободного падения брать за  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1. Груз массой 100 кг поднимают на тросе вертикально вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Определить силу натяжения троса.

2. Определить ускорение груза массой 40 кг, поднимаемого на тросе вертикально вверх. Сила натяжения 600 Н.
3. Определить в каком из случаев груз, находящийся в лифте, будет в состоянии невесомости или перегрузки если:
  - а) лифт движется вертикально вверх с ускорением  $g$ ;
  - б) лифт свободно падает.
4. Трос может оборваться при силе натяжения большей 10 кН. С каким максимальным ускорением можно поднимать груз.

#### **Движение тела обладающего центростремительным ускорением.**

1. В каком из случаев вес автомобиля в средней точки траектории будет больше, если он движется вначале по выпуклому, а затем по вогнутому мосту (радиус кривизны в обоих случаях одинаков).
2. Автомобиль массой 10 т. движется по выпуклому мосту со скоростью 36 км/ч. Определить вес автомобиля в средней точке, если радиус кривизны моста 5 м (ускорение  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ).
3. Конькобежец движется по закругленному участку пути радиусом 40 м со скоростью 10 м/с. Определить под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие.
4. Груз на нити длиной 50 см равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти при какой скорости вращения веревка оборвется, если предел прочности нити равен  $2mg$ , где  $m$  – масса груза (ускорение  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ).

#### **Механическое напряжение. Деформация.**

1. Какой запас прочности имеет стальной стержень с площадью поперечного сечения  $3,00 \text{ см}^2$ , к которому подвешен груз массой 7,5 т, если разрушающее напряжение для данной марки стали при растяжении равно 600 МПа? Массу стержня не учитывать.
2. Лифт массой 500 кг поднимается с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$  на тросе с пределом прочности на растяжение 0,5 ГПа. Какой должна быть площадь поперечного сечения троса при пятикратном запасе прочности?
3. При какой максимальной длине подвешенная вертикально стальная проволока начинает рваться под действием собственного веса в воздухе? Предел прочности стали принять равным за 600 МПа (плотность стали  $7,8 \text{ г/см}^3$ ).
4. Какое механическое напряжение возникает в стальной проволоке длиной  $L$ , подвешенной вертикально, под действием собственной тяжести? Как оно зависит от площади поперечного сечения проволоки?

#### **Расчетные задачи по динамике.**

##### **№ 2.**

Одной из важнейших задач экономики управления является организация закупочной работы. Правильная организация данного вида деятельности способствует скорейшей поставке данного вида оборудования на предприятия данной отрасли. Особую роль играет задача по выявлению поставщиков данного оборудования и времени, в течение, которого можно получить данный товар. Изучение маршрута доставки, помогает прогнозировать расходы, сопровождающие данную закупку.

#### **Для вариантов 1 – 12.**

**Задача 1.** Доставка  $x$  тонн оборудования с предприятия – изготовителя осуществляется на десяти грузовых автомобилях ЗИЛ – 130 (грузоподъемность – 6 т, масса – 4 т.) и пяти грузовых автомобилях КамАЗ – 5320 (грузоподъемность – 10 т, масса – 7т.). На участке дороги до пункта назначения расположен выпуклый мост, рассчитанный на вес в средней точке  $N$  кН. По мосту можно двигаться со скоростью 36 км/ч, радиус кривизны моста 20м. Определить на каких автомобилях (ЗИЛ – 130, КамАЗ – 5320) можно осуществлять доставку груза и сколько для этого необходимо автомобилей, чтобы перевезти груз за один рейс (ускорение  $g=10 \text{ м/с}^2$ ).

№ варианта	N кН	x тонн
1	60	24
2	70	30
3	80	36
4	90	40
5	100	50
6	110	60
7	120	70
8	130	80
9	140	90
10	150	100
11	160	105
12	170	110

Одним из основных критериев при заключении договоров поставки является качество и комплектность поставляемого товара. Поставщик обязан передать покупателю товары, качество и комплектность соответствует государственным стандартам, техническим условиям или другим нормативно – техническим документам, устанавливающим обязательные требования к качеству товара.

Для этого применяются инструкции « О порядке приемке продукции производственно – технического назначения и товаров народного потребления по качеству». Одним из пунктов является бракераж продукции.

Бракераж – осмотр изделий, товаров в целях установления наличия или отсутствия брака.

#### Для вариантов 13 – 25.

На торговый склад поступила партия стальных тросов(предел упругости для стали 0,5 ГПа) для грузоподъемных, малых магазинных лифтов (грузоподъемность до 500 кг).

В каком интервале должна лежать площадь поперечного сечения и диаметр троса, если ускорение лифта  $0,2 \text{ м/с}^2$  и запас прочности лежит в интервале  $n_1 \leq n \leq n_2$  (ускорение  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ).

№варианта	$n_1$	$n_2$
13	3,5	4,5
14	4	5
15	4,5	5,5
16	5	6
17	5,5	6,5
18	6	7
19	6,5	7,5
20	7	8
21	7,5	8,5
22	8	9
23	8,5	9,5
24	9	10
25	9,5	10,5

#### Динамика вращательного движения.

##### Момент инерции тела.

1. Определить отношение моментов инерций диска и шара, если их радиусы одинаковы, а масса диска больше массы шара в три раза.
2. Используя теорему Штейнера, определить момент инерции стержня длиной 2 м и вращающегося вокруг оси проходящей через один из его концов и через точку находящейся на расстоянии 0,5 м от одного из его концов.

#### Основной закон динамики вращательного движения. Момент импульса.



1. Радиус вращающегося диска 0,1 м. Зависимость угла поворота от времени задается уравнением  $\varphi = 2t + t^3$ . Определить момент инерции и момент импульса диска в момент времени 1 с, если масса диска 1 кг.

### Работа. Мощность. Законы сохранения в механике.

#### Закон сохранения импульса и момента импульса.

1. Из ружья массой 3 кг производят выстрел. Скорость пули массой 10 г составляет 500 м/с. Определить скорость ружья после выстрела.
2. Шар массой 1 кг движущийся со скоростью 1 м/с сталкивается с неподвижным шаром массой 2 кг. Определить скорости шаров после столкновения, если удар
  - а) абсолютно упругий;
  - б) абсолютно неупругий.
3. На тележку массой 100 кг движущуюся со скоростью 10 м/с, положили груз массой 20 кг. Определить скорость тележки с грузом. Трение не учитывать.
4. Ракета, масса которой без заряда 1 кг при сгорании 100 г топлива приобретает скорость 50 м/с. Определить скорость выхода газов, учитывая, что топливо сгорает мгновенно.
5. Платформа массой 100 кг в виде диска вращается с угловой скоростью 2 рад/с вокруг оси проходящей через её центр. На краю платформы стоит человек массой 70 кг. Определить угловые скорости платформы, если человек перейдет на середину радиуса платформы и в её центр.

#### Работа. Мощность. Закон сохранения энергии.

1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Определить максимальную высоту подъема. Соппротивление воздуха не учитывать.
2. Камень, скользящий по горизонтальной поверхности льда, останавливается, пройдя 100 м. Определить начальную скорость камня, если коэффициент трения о лед равен 0,05.
3. Автомобиль массой 2 т движется равномерно со скоростью 72 км/ч. Определить мощность двигателя автомобиля, если коэффициент трения равен 0,1.
4. Груз массой 100 кг поднимают вертикально вверх с ускорением 1 м/с<sup>2</sup> на высоту 10 м. Определить работу по подъему груза.
5. Комбайн «Нива» мощностью 73,5 кВт (100 л.с.) движется равномерно со скоростью 18 км/ч. Определить коэффициент трения, если масса комбайна 8 т.
6. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой 10 м. Определить скорость шара у основания наклонной плоскости. Трение не учитывать.
7. К.п.д. трактора «Кировец К – 701» повыше на 5%. Определить полезную мощность после повышения к.п.д., если эффективная мощность постоянна и составляет 220 кВт, а полезная мощность до повышения составляет 180 кВт. Чему равна сила тяги при движении со скоростью 7,2 км/ч.
8. Насос приводится в действие электромотором. Определить к.п.д. всей установки, зная, что к.п.д. насоса и электромотора составляют соответственно 90% и 80%.

### Расчетные задачи.

#### № 3.

#### Для вариантов 1-12.

**Задача 1.** На отрезке времени  $[0; t_1]$  тело массой  $m_1$  движется согласно уравнению  $v(t)$  (где  $v$  – скорость), после движется равномерно и сталкивается с неподвижным телом массой  $m_2$ . Определить скорости тел после соударения, если удар абсолютно упругий. Построить график скорости первого тела.

№ варианта	$m_1$	$m_2$	$t_1$	$v(t)$
1	2	1	1	$1+t$
2	3	2	2	$2+t$
3	4	3	3	$3+t$
4	5	4	4	$4+t$
5	6	5	5	$5+t$
6	7	6	6	$6+t$
7	8	7	7	$2t$

8	9	8	8	3t
9	10	9	9	5t
10	11	10	10	6t
11	12	11	11	t
12	13	12	12	t+1

**Для вариантов 13 – 25.**

На отрезке времени  $[0; t_1]$  тело массой  $m_1$  движется согласно уравнению  $a(t)$  (где  $a$  – ускорение), после движется равномерно и сталкивается с телом массой  $m_2$ , которое движется равномерно со скоростью  $v_2$  навстречу первому. Определить скорости тел после соударения, если удар абсолютно неупругий. Построить график скорости первого тела.

№ варианта	$m_1$	$m_2$	t	$a(t)$	$v_2$
13	2	1	1	t	1
14	3	2	2	2t	2
15	4	3	3	3t	3
16	5	4	4	4t	4
17	6	5	5	5t	5
18	7	6	6	6t	6
19	8	7	7	2t	7
20	9	8	8	3t	8
21	10	9	9	5t	9
22	11	10	10	6t	10
23	12	11	11	12t	11
24	13	12	12	10t	12
25	14	13	13	14t	13

**Задача 2.**

*Знание мощности и к.п.д. любого механизма позволяет прогнозировать затраты и сроки окупаемости данной продукции.*

**Для вариантов 1 -13**

Предприятием закуплена установка для подачи воды стоимостью  $У$  тыс. рублей, состоящая из насоса и электромотора приводящего в действие насос. Насос подает 100 литров воды в секунду на высоту 5 м. Предприятию оплачивают за работу данной установки и стоимость тонны воды поданной на данную высоту составляет  $x$  рублей. К.п.д. насоса и электромотора соответственно  $\eta_1$  и  $\eta_2$ . Исходя из этого, определить мощность потребляемой электромотором (тариф за электроэнергию принять равным 1,2 руб/кВт ч). Определить сроки окупаемости данной установки, если известно, что она работает по 8 ч. в день, 24 дня в месяц, учтя при этом расходы на электроэнергию и на зарплату оператора (5000 рублей в месяц). При расчете мощности насоса принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

№ варианта	$\eta_1$ %	$\eta_2$ %	x руб/т	У тыс.руб
1	80	95	0,2	120
2	81	94	0,22	115
3	82	93	0,24	110
4	83	92	0,26	105
5	84	91	0,28	100
6	85	90	0,3	95
7	75	96	0,4	90
8	74	95	0,43	92
9	73	94	0,44	91
10	72	93	0,45	121
11	71	92	0,46	123
12	70	91	0,41	124
13	69	90	0,47	125

**Для вариантов 14 – 25.**

В ремонтном техническом предприятии разработана технология повышения к. п. д. двигателя тракторов «Кировец К-701». Для этих целей доставлена партия данных тракторов  $x$  – единиц. До ремонта их к.п.д. составляет  $\eta_1$ , а после ремонта  $\eta_2$ . Эффективная мощность (мощность, развиваемая газами в цилиндрах дизеля) постоянна и составляет 220 кВт. Определить полезную мощность (мощность снимаемая с коленчатого вала двигателя) до и после ремонта и на сколько процентов она возросла. А также силу тяги на первой передаче 3,6 км/ч и на высшей передаче 33,7 км/ч до и после ремонта. Зная, что увеличение полезной мощности на 1 кВт составляет – 2 тыс. руб.

№ варианта	$\eta_1$ %	$\eta_2$ %	$x$ ед.
14	80	85	1
15	81	86	2
16	82	87	3
17	83	88	4
18	84	89	5
19	85	90	6
20	75	80	7
21	74	81	1
22	73	82	3
23	72	83	5
24	71	84	7
25	70	85	8

### Задача 3.

Стержень массой  $m$  и длиной  $l$  вращается вокруг оси по закону  $\varphi(t)$  вокруг оси проходящей а-центр масс стержня, в – через один из его концов. Определить неизвестную величину в момент времени  $t$ . Где  $M$  – момент силы,  $L$  – момент импульса,  $W$  – кинетическая энергия,  $I$  – момент инерции.

#### Для вариантов 1 – 10.

№ варианта	$m$ (кг)	$l$ (м)	$L$ (кг м <sup>2</sup> /с)	$M$ (Н м)	$\varphi(t)$	$t$ (с)	ось	$I$ (кг м <sup>2</sup> )	$W$ (Дж)
1	1	2	?	?	$t^2+t$	1	а	?	?
2	20	20	?	?	$t^2+t^3$	2	а	?	?
3	?	1	?	?	$t^3+t^2+3$	3	а	2	?
4	-	-	?	?	$t^3$	4	а	5	?
5			?	?	$t^2$	-	а	10	200
6	1	2	?	?	$3t^2$	6	в	?	?
7	?	2	?	?	$t+t^2$	7	в	15	?
8	1	?	?	?	$t^4$	8	в	10	?
9	3	?	?	?	$t^2+1$	9	в	2	?
10	?	2	?	?	$t^2$	10	в	5	?

#### Для вариантов 11-15

Диск массой  $m$  и радиусом  $R$  вращается вокруг оси по закону  $\varphi(t)$  вокруг оси проходящей центр масс стержня. Определить неизвестную величину в момент времени  $t$ . Где  $M$  – момент силы,  $L$  – момент импульса,  $W$  – кинетическая энергия,  $I$  – момент инерции.

№ варианта	$m$ (кг)	$R$ (м)	$L$ (кг м <sup>2</sup> /с)	$M$ (Н м)	$\varphi(t)$	$t$ (с)	$I$ (кг м <sup>2</sup> )	$W$ (Дж)
11	1	2	?	?	$t^2+t$	1	?	?
12	20	20	?	?	$t^2+t^3$	2	?	?
13	?	1	?	?	$t^3+t^2$	3	2	?
14	-	-	?	?	$t^3$	4	5	?
15			?	?	$t^2$	-	10	200

#### Для вариантов 16 -20.

Обруч массой  $m$  и радиусом  $R$  вращается вокруг оси по закону  $\varphi(t)$  вокруг оси проходящей центр масс обруча. Определить неизвестную величину в момент времени  $t$ . Где  $M$  – момент силы,  $L$  – момент импульса,  $W$  – кинетическая энергия,  $I$  – момент инерции.

№ варианта	$m$ (кг)	$R$ (м)	$L$ (кг м <sup>2</sup> /с)	$M$ (Н м)	$\varphi(t)$	$t$ (с)	$I$ (кг м <sup>2</sup> )	$W$ (Дж)
16	1	2	?	?	$3t^2$	6	?	?
17	?	2	?	?	$t+t^2$	7	15	?
18	1	?	?	?	$t^4+1$	8	10	?
19	3	?	?	?	$t^2+1$	9	2	?
20	?	2	?	?	$t^2$	10	5	?

#### Для вариантов 20 -25.

Шар массой  $m$  и радиусом  $R$  вращается вокруг оси по закону  $\varphi(t)$  вокруг оси проходящей центр масс обруча. Определить неизвестную величину в момент времени  $t$ . Где  $M$  – момент силы,  $L$  – момент импульса,  $W$  – кинетическая энергия,  $I$  – момент инерции.

№ варианта	$m$ (кг)	$R$ (м)	$L$ (кг м <sup>2</sup> /с)	$M$ (Н м)	$\varphi(t)$	$t$ (с)	$I$ (кг м <sup>2</sup> )	$W$ (Дж)
21	1	2	?	?	$3t^2$	6	?	?
22	?	2	?	?	$t+t^2$	7	15	?
23	1	?	?	?	$t^4$	8	10	?
24	3	?	?	?	$t^2+1$	9	2	?
25	?	2	?	?	$t^2$	10	5	?

Механика жидкостей.

#### Атмосферное давление.

1. На какой глубине давление воды в пять раз больше атмосферного, если атмосферное давление равно  $10^5$  Па?

#### Архимедова сила.

- Кусок дерева плавает в воде погружаясь на  $\frac{1}{2}$  своего объема. Определить плотность дерева.
- Полый стальной шарик объемом  $20 \text{ см}^3$ , плавает на поверхности воды, погружаясь на половину своего объема. Определить объем полости, если плотность воды и стали соответственно  $1 \text{ г/см}^3$  и  $7,6 \text{ г/см}^3$ .
- Слиток золота и серебра массой  $1060 \text{ г}$  погружают в воду, при этом происходит потеря в весе равная  $0,7 \text{ Н}$ . Определить массу золота и серебра, если серебро теряет  $1/10$  веса, а золото –  $1/19$  веса.

#### Работа по подъему жидкости.

- Необходимо выкачать воду из конического резервуара с радиусом  $50 \text{ м}$  и высотой  $20 \text{ м}$ . Какую работу необходимо совершить?
- Какую работу необходимо совершить, чтобы выкачать воду из котла, имеющего форму полушара, радиусом  $5 \text{ м}$ .

#### Молекулярная физика и термодинамика.

##### Масса молекул.

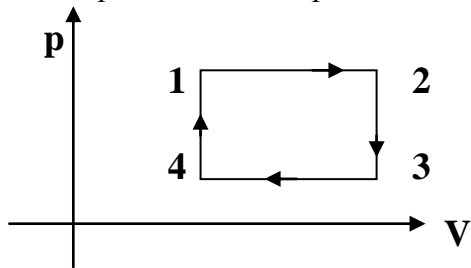
- Определить массу молекулы кислорода.
- Определить число молекул в  $3 \text{ г}$  воды.

##### Уравнение теплового баланса. Работа. Мощность.

- Сколько пара необходимо впустить в калориметр со льдом, чтобы расплавить  $5 \text{ кг}$  льда, взятого при температуре  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Потерями на нагрев калориметр пренебречь.
- Какая температура установится в стакане при смешивании  $20 \text{ кг}$  воды при температуре  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $25 \text{ кг}$  воды при  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Потери при смешивании  $420 \text{ кДж}$ . Удельная теплоемкость воды  $c=4200 \text{ Дж/(кг)}$ .
- Используется ли полная мощность автомобиля «Жигули» ( $50 \text{ кВт}$ ), если при его движении со скоростью  $50 \text{ км/ч}$  расход топлива составляет  $8 \text{ л}$  бензина на  $100 \text{ км}$ . Удельная теплота сгорания бензина  $4,61 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ . К.п.д. двигателя принять равным  $70\%$ .

Газовые законы. Первое начало термодинамики.

1. Построить данный процесс в диаграмме  $p, T$  и  $V, T$



Изотермический процесс.

1. Автомобильную камеру объем, которой 10 л, нужно накачать до давления 355 кПа. Определить число качаний, которое следует сделать насосом, забирающим за каждое качание 0, 2 л воздуха при нормальном атмосферном давлении  $10^5$  Па, если камера вначале была пустой.
2. Определить работу кислорода массой 1 кг при его изотермическом расширении, в результате которого его объем увеличился в пять раз. Температура газа 300 К. Во сколько раз изменилось давление газа?

Изобарический процесс.

1. В ванночку, наполненную теплой водой, был опрокинут стакан, причем расстояние от уровня воды до дна стакана равно  $h$ , а уровень воды внутри и вне стакана одинаков. Когда температура воды и стакана понизилась до 288 К, уровень воды в стакане поднялся на  $\frac{1}{10} h$ . Определить начальную температуру воды в ванночке.
2. При изобарическом расширении 2 кг водорода его объем увеличился в пять раз. Определить его конечную температуру, работу, изменение внутренней энергии, количество теплоты, сообщенное газу.

Изохорический процесс.

1. Газ находящийся в закрытом баллоне, нагрели от 300 до 350 К, при этом его давление возросло на 0,1 МПа. Определить первоначальную температуру газа.
2. Азот массой 2,8 г, находящийся в закрытом баллоне нагревают, и давление повышается в 10 раз. Определить количество теплоты, сообщенное газу, если первоначальная температура равна 300 К.

#### Расчетная работа № 4.

##### Молекулярная физика и термодинамика.

**Задача 1.** Насосом выкачивается жидкость плотностью  $\rho$  из котлована в форме конуса радиуса  $R$  и высотой  $H$ . Определить работу насоса по выкачиванию жидкости, если его к.п.д.  $\eta$ .

Для вариантов 1 – 6.

№ варианта	$\rho$ г/см <sup>3</sup>	$R$ м	$H$ м	$\eta\%$
1	1	10	2	80
2	1	20	3	82
3	0,7	30	4	84
4	0,7	40	5	86
5	0,8	50	6	88
6	0,8	60	7	90

Для вариантов 7 – 12.

Насосом выкачивается жидкость плотностью  $\rho$  из котлована в форме полушара радиуса  $R$ . Определить работу насоса по выкачиванию жидкости, если его к.п.д.  $\eta$ .

№ варианта	$\rho$ г/см <sup>3</sup>	$R$ м	$\eta\%$
7	1	10	80
8	1	20	82
9	0,7	30	84
10	0,7	40	86
11	0,8	50	88

12                    0,8                    60                    90

**Для вариантов 13 – 19.**

В жидкости плотностью  $\rho$  плавает полый золотой шар объемом  $V \text{ см}^3$ , погружаясь на  $\frac{1}{n}$  своего объема. Определить объем полости, вычислить массу золота и его стоимость, если грамм золота стоит 200 рублей. Плотность золота  $19,32 \text{ г/см}^3$ .

№ варианта	n	$\rho \text{ г/см}^3$	$V \text{ см}^3$
13	2	1	50
14	3	1	60
15	4	13,6	70
16	4	13,6	80
17	4	13,6	90
18	5	13,6	100
19	5	13,6	110

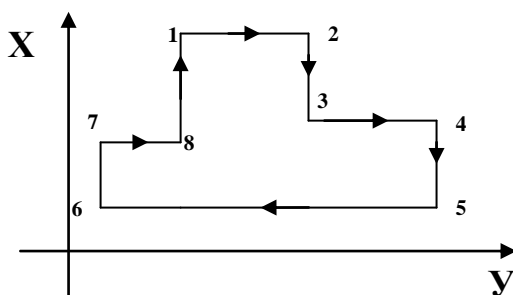
**Для вариантов. 20 – 25.**

В жидкости плотностью  $\rho$  плавает полый золотой цилиндр объемом  $V \text{ см}^3$ , погружаясь на  $\frac{1}{n}$  своего объема. Определить объем полости, вычислить массу золота и его стоимость, если грамм золота стоит 200 рублей. Плотность золота  $19,32 \text{ г/см}^3$ .

№ варианта	n	$\rho \text{ г/см}^3$	$V \text{ см}^3$
20	2	1	50
21	3	1	60
22	4	13,6	70
23	4	13,6	80
24	4	13,6	90
25	5	13,6	100

**Задача 2. Построить цикл в соответствующих диаграммах.**

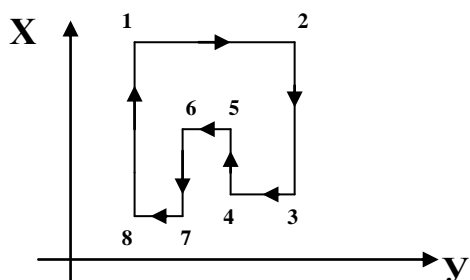
**Для вариантов 1 -3.**



№ варианта	X	Y	диаграмма
1	P	T	P, V
2	P	V	P, T
3	V	T	P, V

**Для вариантов 4 – 6.**

**Построить цикл в соответствующих диаграммах.**



№варианта	X	Y	диаграмма
4	P	T	P, V
5	P	V	P, T
6	V	T	P, V

### Для вариантов 7 – 13.

Определить неизвестную величину, если газ массой  $m$  участвует в изотермическом процессе.

$\frac{V_2}{V_1} = n$  – изменение объема,  $\frac{P_2}{P_1} = k$  – изменение давления,  $T$  – температура газа,  $A$  – работа газа,  $\mu$  – молярная масса,  $Q$  – количество теплоты,  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии.

№ варианта	газ	$m$ (г)	$n$	$k$	$A$ (Дж)	$\mu$ (г/моль)	$Q$ (Дж)	$\Delta U$ (Дж)	$T$ (К)
8	азот	2,8	2	-	?	28	?	?	300
9	азот	5,6	-	3	?	28	?	?	400
10	кислород	32	4	-	?	32	?	?	500
11	кислород	64	-	4	?	32	?	?	600
12	водород	2	6	-	?	2	?	?	700
13	водород	4	-	7	?	2	?	?	800

### Для вариантов 14 – 19.

Определить неизвестную величину, если газ массой  $m$  участвует в изобарическом процессе.  $\frac{V_2}{V_1} = n$

– изменение объема,  $T_1$  – начальная температура газа,  $T_2$  – конечная температура газа,  $A$  – работа газа,  $\mu$  – молярная масса,  $Q$  – количество теплоты,  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии.

№ варианта	газ	$m$ (г)	$n$	$T_1$ (К)	$A$ (Дж)	$\mu$ (г/моль)	$Q$ (Дж)	$\Delta U$ (Дж)	$T_2$ (К)
8	азот	2,8	2	300	?	28	?	?	?
9	азот	5,6	3	400	?	28	?	?	?
10	кислород	32	4	500	?	32	?	?	?
11	кислород	64	5	600	?	32	?	?	?
12	водород	2	6	700	?	2	?	?	?
13	водород	4	8	800	?	2	?	?	?

### Для вариантов 20 – 25.

Определить неизвестную величину, если газ массой  $m$  участвует в изохорическом процессе.

$\frac{P_2}{P_1} = k$  – изменение давления,  $T_1$  – начальная температура газа,  $T_2$  – конечная температура газа,  $A$  – работа газа,  $\mu$  – молярная масса,  $Q$  – количество теплоты,  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии.

№ варианта	газ	$m$ (г)	$k$	$T_1$ (К)	$A$ (Дж)	$\mu$ (г/моль)	$Q$ (Дж)	$\Delta U$ (Дж)	$T_2$ (К)
8	азот	2,8	2	300	?	28	?	?	?
9	азот	5,6	3	400	?	28	?	?	?
10	кислород	32	4	500	?	32	?	?	?
11	кислород	64	5	600	?	32	?	?	?
12	водород	2	6	700	?	2	?	?	?

**Электромагнетизм.****Электростатика.****Сила Кулоновского взаимодействия.**

1. Два одинаковых шарика массой 1 мг, подвешены на нитях длиной 10 см. После того как шарикам сообщили одинаковые заряды, они разошлись на расстояние 2 см. Определить заряды шариков.
2. Два заряженных тела привели в соприкосновение и вновь развели на тоже расстояние. Определить во сколько раз изменилась сила кулоновского взаимодействия, если заряды шариков до соприкосновения равны  $q_1 = -2 \cdot 10^{-9}$  Кл  $q_2 = 4 \cdot 10^{-9}$  Кл.

**Принцип суперпозиции полей.**

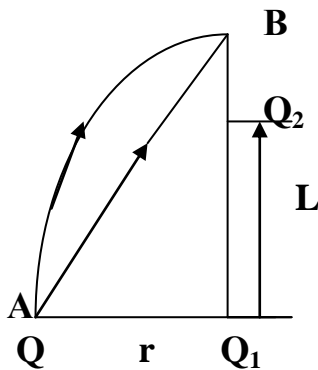
1. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной  $a$ , находятся заряды  $q_1$  и  $q_2$ . Определить напряженность и потенциал поля в центре квадрата, если заряды одинаковы по величине и знаку; равные по величине, но противоположны по знаку.
2. Два заряда  $q_1 = -1 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Определить напряженность и потенциал в точке расположенной на середине отрезка соединяющей эти заряды. Какой должен быть по знаку и величине первый заряд, чтобы напряженность в середине этого отрезка была равна нулю?

**Потенциал поля.**

1. Четыре заряженные капли ртути до потенциала 10 В сливаются в одну каплю. Определить потенциал образовавшейся капли.
2. На расстоянии 5 см от поверхности шара потенциал равен 1,2 кВ, а на расстоянии 10 см от поверхности шара потенциал равен 900 В. Определить радиус шара.

**Работа электрического поля.**

1. Заряженная частица проходит ускоряющую разность потенциалов 1000 В и приобретает скорость 5 Мм/с. Определить удельный заряд (отношение заряда частицы к ее массе) частицы.

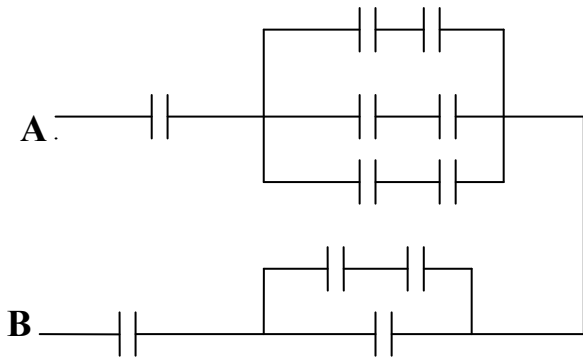


2. Электрическое поле образовано зарядами  $Q_1 = 10^{-6}$  Кл и  $Q_2 = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Определить какую работу нужно совершить чтобы переместить заряд  $Q = 10^{-9}$  Кл из точки А в точку В по дуге окружности радиусом  $r = 1$  см. Расстояние  $L = 0,8$  см. Чем работа по дуге отличается от работы по прямой АВ?

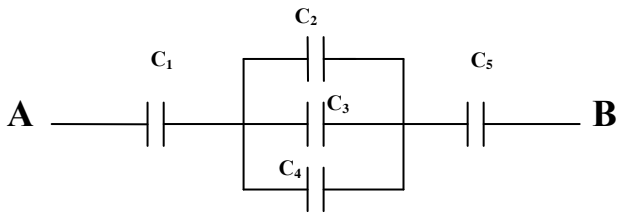
**Емкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.**

1. Между пластинами воздушного конденсатора помещена слюда ( $\epsilon = 7$ ). Определить во сколько раз изменится разность потенциалов между обкладками конденсатора и его энергия, если конденсатор был предварительно заряжен до 200 В и отключен от источника.
2. Во сколько раз изменится емкость батареи из трех конденсаторов, соединенных параллельно, если их соединить последовательно.





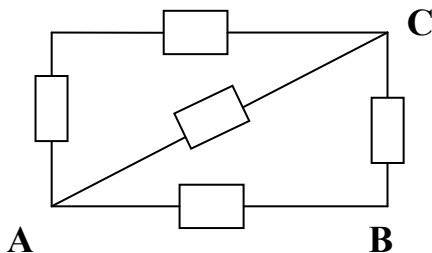
3. Определить емкость и энергию батареи одинаковых конденсаторов, если емкость каждого  $2 \text{ мкФ}$  и напряжение между точками А и В равно  $100 \text{ В}$ .



4. Найти емкость батареи конденсаторов и напряжение на первом конденсаторе, если  $U_{AB} = 120 \text{ В}$  и  $C_1 = C_5 = 3 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = C_3 = C_4 = 1 \text{ мкФ}$ .

### Постоянный ток.

#### Сопротивление проводников.



1. Определить сопротивление цепи, в случае, если напряжение приложено к точкам АВ; АС; ВС. Сопротивление каждого резистора  $2 \text{ Ом}$ . Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

2. Проводник разрезают на 5 равных частей и соединяют параллельно. Определить во сколько раз изменится сопротивление проводника.

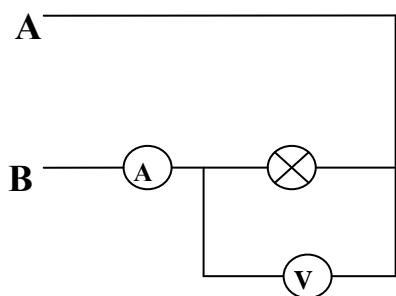
3. Требуется изготовить нихромовый проводник сопротивлением  $10,5 \text{ Ом}$  и диаметром  $1 \text{ мм}$ . Определить длину проводника. Удельное сопротивление  $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом м}$ .

#### Закон Ома для участка и полной цепи.

1. Определить напряжение на резисторе сопротивлением  $9,5 \text{ Ом}$  включенным в цепь источника  $\varepsilon = 4 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $0,5 \text{ Ом}$ .

2. Ёлочная гирлянда состоит из 25 ламп с сопротивлением  $15 \text{ Ом}$  каждая, соединенных последовательно. Сопротивление подводящих проводов  $1 \text{ Ом}$ . Определить напряжение,

приложенное к гирлянде и к подводящим проводам, если ток равен 0,1 А.

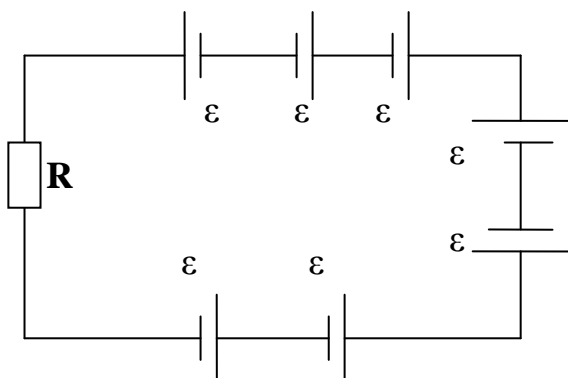


**3.** Вольтметр, включенный параллельно с лампочкой сопротивлением 10 Ом показал напряжение 8 В. Сопротивление вольтметра 80 Ом. Определить показания амперметра, если его сопротивление 1 Ом и напряжение между точками А и В. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

**4.** Необходимо увеличить цену деления амперметра в десять раз. Для этого используют шунт(сопротивление, включаемое параллельно). Определить какое сопротивление необходимо подключить к амперметру, если его сопротивление равно 0,9 Ом.

**5.** Какое добавочное сопротивление необходимо присоединить к вольтметру, чтобы его предел измерений увеличился в 8 раз. Сопротивление вольтметра 1 кОм.

#### Аккумуляторная батарея.



**1.** Определить силу тока в цепи составленной из семи одинаковых элементов Э.Д.С. по  $\epsilon=10$  В каждый и с внутренним сопротивлением  $r=1$  Ом каждый. Резистор имеет сопротивление  $R = 93$  Ом.

**2.** Электрический заряд батареи равен 126 кКл. Определить к. п. д. батареи, если зарядка продолжалась 50 ч при силе тока 0,5 А.

**3.** Аккумулятор с начальной Э.Д.С. 2 В, заряжается от блока питания с напряжением 3 В. Определить силу тока в цепи, если внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,05 Ом.

#### Мощность электрической энергии. К. п. д.

**1.** Сопротивление нити накаливания в режиме горения составляет 645 Ом. Определить потребляемую мощность, если напряжение равно 220 В.

**2.** Две лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, но потребляющие разные мощности соединены последовательно. Какая из ламп будет ярче гореть?

**3.** Электродвигатели трамвайных вагонов работают при напряжении 600 В и силе тока 120 А. С какой скоростью движется трамвай, если двигатели создают силу тяги 4 кН, а их к.п.д. 70%. Какова стоимость электроэнергии за 8 ч работы трамвайного вагона при тарифе 1,1 руб/кВт ч.

**4.** Сорок лампы дневного света мощностью 40 Вт, освещают зал. Определить стоимость электроэнергии израсходованной за 30 дней по 10 ч в день и показания счетчика, если начальные показания равны 01251.

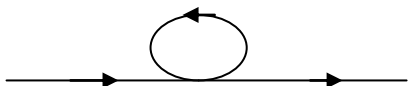
**5.** Сила тока в резисторе изменяется по закону  $I = t^2 + 2t$ . Определить количество теплоты выделившейся на отрезке времени  $[0,10]$ , если сопротивление резистора 1 Ом.

6. Определить каким образом необходимо соединить три лампы мощностью соответственно 20, 20 и 40 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В, чтобы их можно было соединить в сеть с напряжением 220 В. Какой ток в каждой лампе?
7. К источнику э.д.с. 2,5 В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом присоединили резистор с сопротивлением 2,4 Ом. Определить полную мощность в цепи, мощность в резисторе и к.п.д. источника.
8. Сколько витков нихромовой проволоки необходимо намотать на фарфоровый цилиндр диаметром 1 см, чтобы изготовить нагреватель, который за 5 мин может вскипятить 0,5 л воды, при начальной температуре 15 °С? Диаметр провода 0,5 мм, напряжение в сети 220В. Общие потери энергии составляют 30 %.

## Магнетизм.

### Принцип суперпозиции полей.

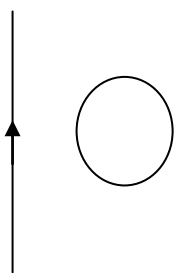
1. По двум бесконечным параллельным проводникам текут одинаковые по величине токи  $I_1=I_2=2$  А. Определить индукцию магнитного поля в точке расположенной на расстоянии 2 см от первого проводника, если токи текут в одинаковом направлении и противоположных направлениях. Расстояние между проводниками 5 см. С какой силой на единицу длины взаимодействуют проводники в каждом из случаев?



2. Найти индукцию и напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 4 см, образованного бесконечно длинным проводом по которому течет ток 10А.

### Закон Фарадея. Правило Ленца.

1. Частота вращения ротора четырехполюсного генератора равна  $1500 \text{ мин}^{-1}$ . Определить частоту переменной э.д.с. генератора.
2. Квадратная рамка, имеющая 1000 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Определить максимальное значение э.д.с., если частота вращения равна 1500 об/мин, длина стороны 10 см.



3. Определить направление индукционного тока в круглой рамке находящейся вблизи провода, в котором ток:
- убывает;
  - возрастает.

4. Какой заряд протечет по проводнику длиной 1 м и сопротивлением 1,5 Ом, если его сложить в квадрат? Индукция магнитного поля наклонена к плоскости получившейся рамки под углом  $30^\circ$  и равна  $5 \cdot 10^{-5}$  Тл. Будет ли отличаться заряд, если провод сложить в круговую рамку?
- 5.

### Трансформатор.

1. Первичная обмотка трансформатора, включенного в цепь переменного тока с напряжением 220 В, имеет 1000 витков. Определить число витков вторичной обмотки, если она должна питать цепь с напряжением 12 В, при силе тока 0,5 А. Нагрузка активная. Сопротивление вторичной обмотки равно 0,5 Ом. Сопротивлением первичной обмотки пренебречь.
2. Во сколько раз необходимо повысить напряжение источника, чтобы потери в линии уменьшить в 16 раз? Мощность, отдаваемую источником считать постоянной.

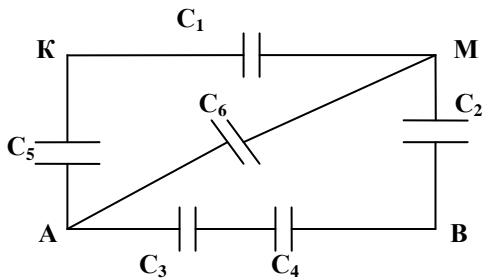
## Расчетная работа № 5.

### Задача 1.

#### Для вариантов 1 -5.

Определить емкость батареи одинаковых конденсаторов, если напряжение подведено к следующим точкам.

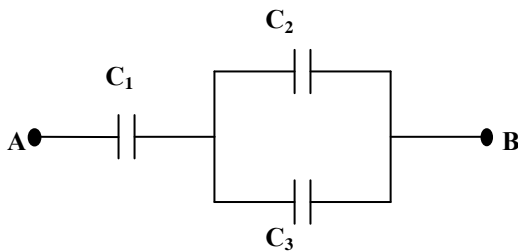
#### Для вариантов 1 -5.



№ варианта	$C_1$ (мкф)	$C_2$ (мкф)	$C_3$ (мкф)	$C_4$ (мкф)	$C_5$ (мкф)	$C_6$ (мкф)	точки
1	1	1	1	1	1	1	AB
2	2	2	2	2	2	2	AK
3	3	3	3	3	3	3	AM
4	4	4	4	4	4	4	BM
5	5	5	5	5	5	5	MK

#### Для вариантов 6 – 10.

Определить емкость батареи конденсаторов, энергию батареи и напряжение  $i$  – ом конденсаторе. Напряжение между точками АВ равно 100 В.



№ варианта	$C_1$ (мкф)	$C_2$ (мкф)	$C_3$ (мкф)	$i$
6	1	2	2	1
7	2	2	3	2
8	3	6	3	3
9	4	8	4	1
10	5	10	5	3

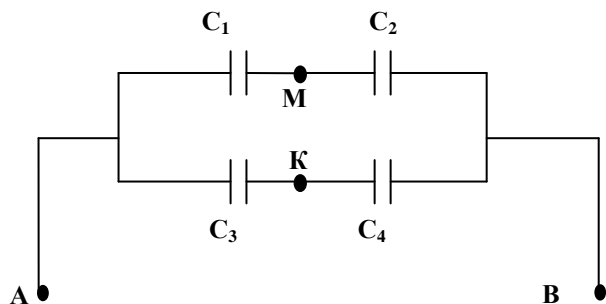
#### Для вариантов 11 -15.

Во сколько раз изменится емкость одинаковых  $n$  плоских воздушных соединенных (последовательно или параллельно) конденсаторов емкостью  $C$  каждый, если пространство между пластинами каждого заполнить диэлектриком  $\epsilon$ . Определить энергию батареи до и после соединения, если батарея была заряжена до напряжения  $U$  и отключена от источника.

№ варианта	$C$ (мкф)	$n$	$U$ (В)	$\epsilon$	соединение
11	1	100	100	2	последовательно
12	2	50	200	3	параллельно
13	4	25	300	4	параллельно
14	5	20	400	5	последовательно
15	6	30	500	6	последовательно

#### Для вариантов 16 – 20.

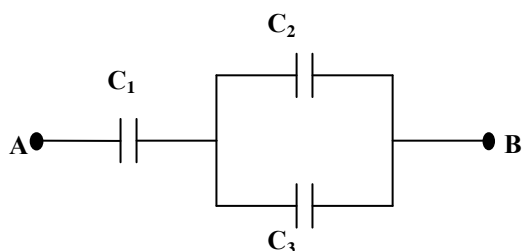
Четыре конденсатора емкостями  $C_1=C_2$  и  $C_3=C_4$  соединены, как показано на чертеже. Определить напряжение между точками М и К, если известно  $U_{AB}$ .



№ варианта	$C_1$ (мкф)	$C_3$ (мкф)	$U_{AB}$ (В)
16	1	2	10
17	2	4	20
18	3	6	30
19	4	8	40
20	5	10	50

**Для вариантов 21 -25.**

Найти напряжение и заряд на каждом конденсаторе, если  $C_2=C_3$  и дано напряжение  $U_{AB}$ .



№ варианта	$C_1$ (мкф)	$C_2$ (мкф)	$U_{AB}$
21	1	2	10
22	2	2	20
23	3	6	30
24	4	8	100
25	5	10	300

**Задача 2.**

**Для вариантов 1 -6.**

Проводник сопротивлением  $R$  разрезают на  $N$  равных частей и соединяют параллельно. Определить сопротивление получившейся цепи. Во сколько раз изменится сила тока, если напряжение неизменно.

№ варианта	$R$ (Ом)	$N$
1	10	10
2	20	20
3	30	30
4	40	40
5	50	50
6	60	60

**Для вариантов 7 -12.**

Ёлочная гирлянда состоит из  $n$  лампочек сопротивлением  $R$ , каждая, соединенных последовательно. Сопротивление подводящих проводов  $r$ . Определить напряжение и силу тока на каждой лампе, если напряжение в сети 220 В.

№ варианта	$R$ (Ом)	$r$ (Ом)	$n$
7	20	0,1	10
8	21	0,2	12
9	22	0,3	14
10	23	0,4	16
11	24	0,5	18
12	25	0,6	20

**Для вариантов 13 – 19.**

$N$  одинаковых элементов э.д.с.  $\mathcal{E}_i$  и внутренним сопротивлением  $r$ , каждый, соединены (последовательно или параллельно) и подсоединены к  $n$  резисторам сопротивлением  $R$ ,

соединенных (последовательно или параллельно). Определить силу тока в цепи и напряжение на каждом резисторе, если сопротивление подводящих проводов 0,1 Ом.

№ варианта	$\varepsilon_i$ (В)	соединение элементов	R(Ом)	r(Ом)	соединение резисторов	n	N
13	3	последовательно	1	0,1	последовательно	10	10
14	4	последовательно	2	0,2	последовательно	20	1
15	50	параллельно	3	0,3	последовательно	30	4
16	6	параллельно	4	0,4	параллельно	40	6
17	7	параллельно	50	0,5	параллельно	50	8
18	1	последовательно	60	0,6	параллельно	60	20
19	10	параллельно	7	0,7	последовательно	70	2

### Для вариантов 20 – 25.

Необходимо увеличить предел измерения прибора ( вольтметра или амперметра) в N раз, если он рассчитан на силу тока I ( напряжение U). Какое сопротивление и как необходимо включить ( последовательно или параллельно)? Какая сила тока проходить через прибор и напряжение на нем, если он включается в цепь с резистором R и напряжением  $U_d$  для измерения соответствующей величины (силы тока или напряжения). Сопротивление прибора  $R_{пр}$ . Сопротивление подводящих проводов пренебречь.

№ варианта	прибор	I {A} (U{B})	N	R(Ом)	$R_{пр}$ (Ом)	$U_d$ (В)
20	вольтметр	10	5	10	1000	10
21	амперметр	1	5	20	0,4	20
22	вольтметр	20	6	30	2000	30
23	амперметр	5	9	40	0,8	40
24	вольтметр	25	4	50	2000	50
25	амперметр	10	10	60	0,9	60

### Задача 3.

*Важное значение в управлении предприятием, имеет расчет потребляемой электроэнергии, так как расходы не должны перекрывать доходы предприятия. Выбор оптимальных мощностей потребителей электроэнергии способствует не только уменьшению энергозатрат, но и соблюдение правил техники безопасности сотрудниками предприятия.*

*Лампы дневного света дают наилучшее приближение к естественному дневному свету, что способствует меньшей утомляемости глаз. Срок службы лампы дневного света в среднем 3000 часов. Это в три раза больше среднего срока службы лампы накаливания и выигрыш в мощности более, чем в три раза.*

В осветительной сети потребители электрической энергии соединяются параллельно. N ламп дневного света мощностью P включены в сеть с напряжением 220 В. Определить потребляемую электроэнергию всеми лампами и ее стоимость, если лампы используют по t часов в день в течении 30 дней при тарифе 1,1 руб/кВт ч. Определить силу тока в каждой лампе и в сети, и какой из предохранителей необходимо ставить: на 5 А, на 10 А, на 16А, на 25 А, на 100 А. Определить последующие показания счетчика, если предыдущее 01245. Во сколько раз стоимость электроэнергии, при использовании ламп дневного света, меньше чем, при использовании такого же количества ламп накаливания мощностью 150 Вт.	№ варианта	P(Вт)	N	t(ч)
	1	40	100	5
	2	40	120	6
	3	40	140	7
	4	40	16	8
	5	40	18	9
	6	40	20	10
	7	40	22	5
	8	40	24	6
	9	40	26	7
	10	40	28	8
	11	40	30	9
	12	40	32	10
	13	40	32	5
	14	80	10	6
	15	80	11	7
	16	80	12	8
	17	80	13	9
	18	80	14	10
	19	80	15	5
	20	80	16	6
	21	80	17	7
	22	80	18	8
	23	80	19	9
	24	80	20	10
	25	80	21	5

#### Задача 4.

##### Для вариантов 1 – 12.

Рамка площадью S и числом витков N, вращается в однородном магнитном поле с индукцией B с частотой n. Определить максимальное значение э.д.с. индукции.

№варианта	S(м)	N	n(об/с)	B(Тл)
1	0,5	1000	10	0,1
2	1	1500	12	0,2
3	1,5	2000	14	0,3
4	2	2500	16	0,4
5	2,5	3000	18	0,5
6	3	3500	20	0,6
7	3,5	4000	22	0,7
8	4	4500	24	0,8
9	4,5	5000	26	0,9
10	5	5500	28	1
11	5,5	6000	30	1,1
12	6	6500	32	1,2

##### Для вариантов 13 – 25.

Первичная обмотка трансформатора, включена в цепь переменного тока с напряжением  $U_1$ , имеет число витков  $n_1$ . Определить число витков во вторичной обмотке, если она должна питать цепь с напряжением  $U_2$  при силе тока  $I_2$ . Сопротивление вторичной обмотки  $r_2$ . Сопротивлением первичной обмотки пренебречь. Определить коэффициент трансформации.

№варианта	$U_1$ (В)	$U_2$ (В)	$n_1$	$r_2$ (Ом)	$I_2$ (А)
13	100	10	1000	0,5	1
14	110	12	1200	0,6	2
15	120	14	1400	0,7	3
16	130	300	1600	0,5	10
17	140	400	1800	0,3	20
18	150	500	2000	0,3	30
19	160	600	2200	0,1	40
20	170	700	2400	0,2	50
21	180	800	3000	0,4	60
22	190	900	3100	0,6	70
23	200	1000	3200	0,8	80
24	210	6,5	3300	0,5	1
25	220	6,3	3400	0,5	1,4

## Колебания и волны.

### Периоды колебаний маятников.

1. Определить во сколько раз изменится период колебаний математического маятника, если его длину увеличить в четыре раза.
2. Обруч, радиусом 1 метр, висящий на гвозде, совершает колебания в вертикальной плоскости. Определить период колебаний обруча.
3. Определить во сколько раз изменится период и частота колебаний пружинного маятника, если массу груза увеличить в два раза, а жесткость пружины уменьшить в 16 раз.
4. Определить скорость движения поезда, при которой амплитуда вертикальных колебаний вагона будет наибольшей, если период собственных вертикальных колебаний вагона  $T_0$ , а длина рельса равна  $L$ .

### Гармонические колебания

1. Материальная точка массой 10 кг совершает колебания по закону  $x = 0,4 \sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$  м. Определить амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебаний. Какова скорость, ускорение, сила и полная энергия в момент времени  $t = 1$  с.
2. Составить уравнение гармонических колебаний материальной точки, если период колебаний равен 1 секунде и смещение в начальный момент времени равно половине амплитуды и равно 10 см.

### Волны.

1. Волна распространяется от источника колебаний вдоль прямой. Смещение в момент времени  $t = 0,5 T$  составляет 15 см. Точка удалена от источника колебаний на расстояние  $\frac{\lambda}{4}$ . Определить амплитуду колебаний.
2. Определить разность фаз колебаний двух точек, находящихся друг от друга на расстоянии 30 см, если волна распространяется со скоростью 10 м/с при частоте 10 Гц.

## Оптика.

### Элементы фотометрии.

1. Определить среднюю силу света лампы накаливания, если световая отдача равна 10 лм/Вт, а мощность равна 150 Вт.
2. Небольшой экран освещается четырьмя лампами одинаковой мощности, стоящими рядом. Лампы находятся на расстоянии 1,5 м от экрана. Три лампы погасили. На сколько нужно передвинуть экран, чтобы его освещенность не изменилась?
3. Две лампы находятся на расстоянии 3 м друг от друга. Экран помещают между лампами. Определить на каком расстоянии от первой лампы необходимо поместить экран, чтобы освещенность с обеих сторон была одинаковой.
4. Стол диаметром 1 м освещается лампой, висящей на высоте 1 м от середины стола. Чему равна освещенность края стола, если полный световой поток равен 750 лм?
5. На столбе одна над другой на высоте 2 и 4 м от земли висят две лампы. Найти освещенность поверхности земли на расстоянии 3 м от точки на земле, на которой висят лампы. Сила света каждой лампы равна 150 кд.

### Геометрическая оптика.

1. В дно пруда вертикально вбит шест высотой 2 м. Определить длину тени от шеста на дне пруда, если солнечные лучи падают на поверхность воды под углом  $30^\circ$ , а шест целиком находится в воде.



2. На расстоянии 2 м от поверхности воды в воздухе находится точечный источник света. На каком расстоянии от поверхности воды наблюдатель, находящийся в воде, увидит изображение этого источника?
3. Определить толщину плоскопараллельной пластинки с показателем преломления 1,5, если луч света, пройдя эту пластинку, смещается на расстояние 2,5 см. Угол падения  $30^\circ$ .
4. На грань призмы с преломляющим углом  $45^\circ$  падает нормально луч света. Определить смещение луча при выходе из призмы, если показатель преломления равен 1,55.
5. Определить предельный угол полного внутреннего отражения для воды ( $n=1,33$ ).
6. Какое увеличение дает фонарь, если его объектив с главным фокусным расстоянием 20 см расположили на расстоянии 6 м от экрана?
7. Плосковыпуклая кварцевая линза ( $n=1,54$ ) имеет оптическую силу 8,2 дптр. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности этой линзы.

### **Волновая оптика. Интерференция.**

1. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 4 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдают интерференцию света от их источников, находится на расстоянии 4 м от них. Найти расстояние между красной ( $\lambda_k=760$  нм) и фиолетовой ( $\lambda_f=400$  нм) линиями второго порядка интерференционного спектра на экране.
2. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,6, чтобы при ее освещении лучами с длиной волны 760 нм, перпендикулярными к поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась черной?
3. Для измерения толщины волоса его положили на стеклянную пластинку и сверху прикрыли другой пластинкой. Расстояние от волоса до линии соприкосновения пластинок, параллельной волосу, равно 21 см. При освещении пластинок красным светом  $\lambda_k=760$  нм на 1 см длины образовавшегося таким образом клина уместится восемь интерференционных полос. Определить толщину волоса.
4. Определить радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, если радиус четвертого светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете, оказался равным 4,6 мм. Освещение производилось светом с длиной волны 400 нм, падающим перпендикулярно плоскости линзы, погруженной в воду ( $n=1,33$ ).

### **Дифракция света.**

1. Определить постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волны 650 нм спектр второго порядка виден под углом  $30^\circ$ .
2. При освещении дифракционной решетки светом с длиной волны 600 нм на экране получились полосы; расстояние между центральной и первой полосами равно 38 см. Зная, что экран находится на расстоянии 130 см от решетки, найти постоянную решетки.

### **Поляризация света.**

1. Определить угол полной поляризации для некоторой жидкости, если предельный угол полного внутреннего отражения равен  $60^\circ$ .
2. Определить угол между плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность света прошедшего через анализатор, уменьшается в 4 раза по сравнению с естественным светом, падающим на поляризатор.

### **Квантовые свойства света.**

#### **Уравнение Эйнштейна. Давление света.**

1. Работа выхода электронов из золота равна 4,59 эВ. Найти красную границу фотоэффекта для золота.
2. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из рубидия при его освещении ультрафиолетовым излучением с длиной волны 317 нм, равна  $2,84 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определить работу выхода электронов из рубидия и красную границу фотоэффекта.

3. На  $1 \text{ см}^2$  черной поверхности в единицу времени падает  $3 \cdot 10^{18}$  квантов излучения с длиной волны  $760 \text{ нм}$ . Какое давление создает это излучение? Каким будет давление если поверхность зеркальная?

### Физика атомного ядра Активность изотопов.

1. Определить активность  $1 \text{ г}$  изотопа плутония  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ , если период полураспада  $2,44 \cdot 10^4$  лет.
2. Сколько распадов ядер в минуту происходит в препарате, активность которого составляет  $105 \text{ МБк}$ ?
3. Имеется урановый препарат с активностью  $20,7 \text{ МБк}$ . Определить в препарате массу изотопа  ${}^{235}_{92}\text{U}$  с периодом полураспада  $7,1 \cdot 10^8$  лет.
4. Каково строение ядер изотопов кислорода  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{17}_8\text{O}$  и  ${}^{18}_8\text{O}$ .

### Закон радиоактивного распада.

1. За какое время распадется  $90\%$  атомов радиоактивного изотопа хрома  ${}^{51}_{24}\text{Cr}$ , если период его полураспада  $27,8$  суток?
2. Определить какая часть наличных атомов распадется за время  $T/3$ , где  $T$  – период полураспада.

### Дефект масс. Эффект ядерной реакции.

1. Определить дефект массы  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .
  2.  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$ .
- Определить неизвестный элемент и эффект ядерной реакции (выделиться или поглотиться энергия).

### Расчетная работа № 6.

#### Задача 1.

#### Для вариантов 1 – 12.

Колебания курса валюты происходит в течении месяца по гармоническому закону

$X = A \sin\left(\frac{\pi}{n} \cdot t\right)$ , где  $x$  – стоимость условной единицы в рублях (руб/у.е.),  $A$  – максимальная

стоимость. Построить график, на котором отметить благоприятные и неблагоприятные условия для обмена валюты, если дан отрезок времени (в месяцах)  $[t_1, t_2]$ . Определить величину и скорость изменения курса в момент времени  $T$ .

№ варианта	A(руб/у.е.)	n	t <sub>1</sub> (мес.)	t <sub>2</sub> (мес.)	T(мес)
1	20	2	0,23	0,5	0,37
2	21	2,2	0,24	0,52	0,38
3	22	2,4	0,25	0,54	0,39
4	23	2,6	0,26	0,56	0,4
5	24	2,8	0,27	0,58	0,41
6	25	3	0,28	0,6	0,42
7	26	3,2	0,29	0,62	0,43
8	27	3,4	0,3	0,64	0,44
9	28	3,6	0,31	0,66	0,45
10	29	3,8	0,32	0,68	0,46
11	30	4	0,33	0,7	0,47
12	31	4,2	0,34	0,72	0,48

#### Для вариантов 13 – 25.

Колебания курса валюты происходит в течении месяца по гармоническому закону

$X=A\cos(\frac{\pi}{n} \cdot t)$ , где  $x$  – стоимость условной единицы в рублях ( руб/у.е.),  $A$  – максимальная

стоимость. Построить график, на котором отметить благоприятные и неблагоприятные условия для обмена валюты, если дан отрезок времени( в месяцах)  $[t_1 t_2]$ . Определить величину и скорость изменения курса в момент времени  $T$ .

№варианта	A(руб/у.е.)	n	t <sub>1</sub> (мес)	t <sub>2</sub> (мес)	T(мес)
13	25	10	0,2	0,6	0,32
14	26	11	0,22	0,61	0,34
15	27	12	0,24	0,62	0,36
16	28	13	0,26	0,63	0,38
17	29	14	0,28	0,64	0,4
18	30	15	0,3	0,65	0,42
19	31	16	0,32	0,66	0,44
20	32	17	0,34	0,67	0,46
21	33	18	0,36	0,68	0,48
22	34	19	0,38	0,69	0,5
23	35	20	0,4	0,7	0,52
24	36	21	0,42	0,71	0,54
25	37	22	0,44	0,72	0,56

## Задача 2.

### Для вариантов 1 – 6.

$N$  ламп мощность  $P$  и световой отдачей  $k$  висят на потолке, образуя окружность радиусом  $R$ . Определить освещенность в точке на полу, лежащей на прямой, проходящей через центр окружности, образованной лампами. Расстояние от пола до потолка  $h$ .

№варианта	P(Вт)	R(м)	h(м)	k(лк/Вт)	N
1	30	0,5	2	9,5	4
2	40	0,7	2,1	9,6	5
3	50	0,9	2,2	9,7	6
4	60	1,1	2,3	9,8	7
5	70	1,3	2,4	9,9	8
6	80	1,5	2,5	10	9

### Для вариантов 7 – 12.

Четыре лампы мощность  $P$  и световой отдачей  $k$  висят на потолке, образуя прямоугольник со сторонами  $a$  и  $b$ , причем лампы находятся в вершинах этого прямоугольника. Определить освещенность в точке на полу, лежащей на прямой, проходящей через точку пересечения диагоналей прямоугольника. Расстояние от пола до потолка  $h$ .

№ варианта	P(Вт)	a(м)	b (м)	k (лм/Вт)	h (м)
7	30	1,2	1,3	10	2,1
8	50	1,4	1,5	10,5	2,2
9	70	1,6	1,7	11	2,3
10	90	1,8	1,9	11,5	2,4
11	110	2	2,1	12	2,5
12	150	2,2	2,3	12,5	2,6

### Для вариантов 13 – 18.

Четыре лампы мощность  $P$  и световой отдачей  $k$  висят на потолке, образуя квадрат со стороной  $r$ , причем лампы находятся в вершинах этого квадрата. Определить освещенность в точке на полу, лежащей на прямой, проходящей через точку пересечения диагоналей квадрата. Расстояние от пола до потолка  $h$ .

№ варианта	P(Вт)	r (м)	k (лм/Вт)	h (м)
13	30	1,2	10	2,1
14	50	1,4	10,5	2,2
15	70	1,6	11	2,3
16	90	1,8	11,5	2,4
17	110	2	12	2,5
18	150	2,2	12,5	2,6

### Для вариантов 19 – 25.

Четыре лампы мощность  $P$  и световой отдачей  $k$  висят на потолке, образуя ромб с диагоналями  $a$  и  $b$ , причем лампы находятся в вершинах этого ромба. Определить освещенность в точке на полу, лежащей на прямой, проходящей через точку пересечения диагоналей ромба. Расстояние от пола до потолка  $h$ .

№ варианта	P(Вт)	k (лм/Вт)	h (м)	a(м)	b (м)
19	30	10	2,1	1,2	0,5
20	50	10,5	2,2	1,4	0,8
21	70	11	2,3	1,6	0,9
22	90	11,5	2,4	1,8	1
23	110	12	2,5	2	1
24	150	12,5	2,6	2,2	1,1
25	120	12	2,3	2,5	1,2

### Задача 3.

- 3.1. Наблюдателю, находящийся в воде кажется, что источник находится на расстоянии 2,5 м от поверхности воды. Определить истинное расстояние источника от поверхности воды.
- 3.2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку, толщиной 2 см падает свет под углом  $45^\circ$ . Определить смещение луча при выходе из пластинки, если показатель преломления стекла равен 1,5.
- 3.3. На боковую грань призмы ( $n=1,5$ ) падает нормально свет. Угол отклонения луча при выходе из призмы равен  $20^\circ$ . Определить преломляющий угол призмы.
- 3.4. Определить предельный угол полного внутреннего отражения для спирта ( $n=1,36$ ) и скорость распространения света.
- 3.5. Расстояние от предмета до собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см, равно 8 см. Определить расстояние от линзы до изображения и увеличение линзы.
- 3.6. Определить оптическую силу плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны 4 см и показателем преломления 1,5, находящейся в воздухе.
- 3.7. Определить оптическую силу двояковыпуклой линзы из каменной соли ( $n=1,54$ ) с радиусами кривизны по 50 см, находящейся в воздухе.
- 3.8. Определить радиус кривизны третьего светлого кольца Ньютона в отраженном свете, если радиус кривизны линзы 8 м. Лучи падают на линзу нормально с длиной волны 600 нм.
- 3.9. Определить радиус кривизны четвертого темного кольца Ньютона в отраженном свете, если радиус кривизны линзы 15 м. Лучи падают на линзу нормально с длиной волны 760 нм.
- 3.10. Два когерентных источника света, расстояние между которыми равно 3 мм, удалены от экрана на расстояние 3 м, при чем на экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы. Установлено, что на экране на расстоянии 4 см умещается 10 полос. Определить длину волны падающего света.
- 3.11. При освещении кварцевого клина ( $n=1,54$ ) с углом  $0,05^\circ$  монохроматическим светом с длиной волны 650 нм, лучи которого перпендикулярны к основанию клина, наблюдаются интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.
- 3.12. Щель шириной 3 мкм освещается монохроматическим светом, падающим перпендикулярно на щель с длиной волны 700 нм. Определить углы, под которыми наблюдаются дифракционные минимумы.

- 3.13.** Определить длину волны для линии в дифракционном спектре четвертого порядка, совпадающей с линией в спектре пятого порядка с длиной волны 480 нм.
- 3.14.** Определить порядок спектра линии, которая наблюдается под углом  $30^\circ$ , при освещении светом с длиной волны 500 нм, если дифракционная решетка имеет 500 штрихов на 1 мм.
- 3.15.** Какой наибольший порядок спектра можно увидеть в дифракционной решетке, имеющей 400 штрихов на 1мм, при освещении ее светом лазера с длиной волны 700 нм.
- 3.16.** Определить предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества, если угол Брюстера равен  $58^\circ$  и скорость распространения света в этом веществе.
- 3.17.** Во сколько раз ослабляется естественный свет при прохождении через поляризатор и анализатор, если угол между ними составляет  $60^\circ$ .
- 3.18.** На поверхность вольфрама падает излучение с длиной волны 250 нм. Определить красную границу и максимальную скорость фотоэлектронов, если работа выхода равна  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж.
- 3.19.** Какой должна быть длина волны излучения, падающего на стронций, чтобы при фотоэффекте максимальная кинетическая энергия электронов равнялась  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж? Красная граница фотоэффекта для стронция равна 550 нм.
- 3.20.** Работа выхода электронов из кадмия равна 4,08 эВ. Какой должна быть частота излучения, падающего на кадмий, чтобы при фотоэффекте максимальная скорость вылетающих электронов составляла  $7,2 \cdot 10^5$  м/с?
- 3.21.** На металл падает излучение с длиной волны 700 нм. Возникнет ли фотоэффект, если красная граница фотоэффект 650 нм?
- 3.22.** Определить активность 1 г изотопа железа  ${}_{26}^{59}\text{Fe}$ , если период полураспада равен 45 суткам.
- 3.23.** Определить дефект масс ядра трития  ${}_{1}^3\text{H}$ .
- 3.24.** Сколько ядер распадается в 1 с из каждого миллиарда ядер изотопа йода  ${}_{53}^{131}\text{I}$ , если период полураспада равен восемь суток.
- 3.25.** Каково строение ядра изотопа калия  ${}_{19}^{42}\text{K}$ ? В какой изотоп превратиться калий, если он испустит альфа - частицу?

### Список рекомендуемой литературы:

1. Жданов Л. С., Жданов Г.Л. Физика для высших учебных заведений: Учебник .- 4 –е изд., испр. – М.: Наука. Главная редакция физико – математической литературы, 1984.- 512 с.
2. Мясников С.П., Осанова Т. Н. Пособие по физике: Учебное пособие для подготовительных отделений вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. – 391 с., ил.
3. Детлаф А.А., Яворский Б. М. Курс физики: Учеб. Пособие для втузов. – 2 – е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 718 с.: ил.
4. Камаев В.Д., Панова Е.В. Учебное по основам экономической теории. – М.: Издательский Дом «Деловая литература», 2004, - 432 с.
5. Приковлев П.А., Рабинович И. С. Основы транспортных перевозок. – М.: Издательский Дом «Деловая литература», 2004, - 244 с.

6. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики в 3 т. – М.: Издательство Наука, 1980 г., с изменениями.

*Учебное издание*

**Панов Максим Владимирович  
Панкова Елена Анатольевна**

**«Контрольные задания по физике»**

**Методическое указание по выполнению контрольных и  
самостоятельных работ по физике**

**Редактор Павлютина И.П.**

**Подписано к печати 13.05 2015 . Формат 60×84<sup>1/16</sup>  
Бумага писчая. Усл. п.л. 4,35. Тираж 100 экз. Изд. № 2985**

---

**Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ  
ул. Советская, д. 2а, Брянский ГАУ**