



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Министерство образования Саратовской области**

**Администрация Ершовского муниципального района**

**МОУ «СОШ №2 г.Ершова Саратовской области  
им.Героя Советского Союза Зуева М.А.»**

Рассмотрено на заседании педагогического совета школы протокол №1 от 29 августа 2023г.	«Согласовано» Заместитель руководителя МОУ «СОШ №2 г.Ершова»  /Царева С.К./ от 29 августа 2023г.	«Утверждаю» Директор МОУ «СОШ №2 г.Ершова Саратовской области им.Героя Советского Союза Зуева М.А.»  Лихова Ю.А. приказ № 251 от «30» августа 2023г.
--	--	---



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

факультативного курса

**ФИЗИКА В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ**

для обучающихся 10 классов

**Ершов 2023**

### **Пояснительная записка.**

Общеобразовательная программа курса предназначена для учащихся универсальных (непрофильных) 10-х классов. Физика в данных классах изучается на базовом уровне по двухчасовой программе и не дает учащимся глубоких фундаментальных физических знаний. Вместе с тем, среди них найдутся те, чей познавательный интерес связан с областями деятельности человека, где нужны более глубокие знания по физике. Предлагаемый курс направлен на решение этой проблемы.

Решение задач составляет неотъемлемую часть полноценного изучения физики на любом уровне. Судить о степени понимания физических законов можно по умению сознательно их применять для анализа конкретных физических явлений, т.е. для решения задач. Опыт преподавания показывает, что наибольшую трудность для учащихся представляет вопрос «с чего начать?», т.е. не само использование физических законов, а выбор, какие законы и почему следует их применять при анализе конкретного физического явления. Это умение выбрать путь как раз и свидетельствует о глубоком и всестороннем знании физики.

Между разбираемыми задачами и физическими законами существует «обратная связь». Каждая задача должна давать повод для серьезного и глубокого, пусть иногда и совсем краткого, разговора о сути физических явлений и законов.

**Цель данного элективного курса:** научить школьников рассуждать, находить ответы на новые вопросы в различных ситуациях, довести их до глубокого понимания сути рассматриваемых явлений, помочь учащимся в преодолении трудностей, возникающих при решении задач.

#### **Задачи.**

1. Удовлетворение познавательных интересов учащихся в области физики.
2. Развитие творческого и нестандартного мышления учащихся.
3. Привитие навыков исследовательской деятельности и моделирования физических явлений.
4. Оказание помощи учащимся при подготовке к олимпиадам, ЕГЭ, вступительным экзаменам в вузы.

Курс рассчитан на 34 часа.

Программа разбита на блоки, соответствующие разделам физики, изучаемым на старшей ступени обучения в общеобразовательной школе.

Данный курс охватывает разделы:

- Механика (кинематика и динамика)
- Молекулярно-кинетическая теория и тепловые явления
- Электродинамика.

Каждый блок предполагает обобщение и систематизацию основного теоретического материала по указанным разделам, практические занятия по решению задач: качественных, экспериментальных, вычислительных, графических, выполнение контрольных заданий методом тестирования. Кроме

того, курс предполагает знакомство учащихся с методикой решения задач, структурой заданий ЕГЭ.

С целью развития творческих способностей учащихся, навыков опытно-экспериментальной работы и проектной деятельности в программу включена защита творческих проектов на лучшую задачу. В том числе в виде мультимедийных презентаций.

Образовательный процесс по данной программе легко корректируется в случае сбоев.

Программа обеспечивает личностно-ориентированный подход в обучении.

Конечным результатом обучения является выполнение тестовых заданий ЕГЭ.

### Учебно-тематический план

№	Тема	Количество часов	Форма проведения	Образовательный продукт
<b>I.</b>	<b>Физическая задача. Классификация.</b>	<b>5</b>		
1.	Что такое физическая задача. Физическая теория и решение задач.	1	Лекция	Конспект
2.	Качественные задачи. Алгоритм решения. Графические задачи. Примеры.	1	Беседа. Фронтальное решение задач	Конспект
3.	Количественные задачи (с абстрактным и конкретным содержанием). Выполнение вычислений и действия над наименованиями.	1	Беседа. Фронтальное решение задач	Конспект
4.	Решение вычислительных задач.	1	Беседа. Фронтальное решение задач	Конспект
5.	Задачи с новыми функциями.	1	Эвристическая беседа	Конспект
<b>II.</b>	<b>Кинематика.</b>	<b>7</b>		
1.	Обобщение опорных знаний по разделу «Кинематика»	1	Беседа	Опорная схема
2.	Решение задач на относительность движения.	1	Беседа. Фронтальное решение задач	Банк задач
3.	Решение задач на равноускоренное движение (графические задачи).	1	Работа в парах	Банк задач
4.	Решение задач на криволинейное движение.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
5.	Решение задач на колебательное движение (экспериментальные задачи).	1	Лабораторный практикум	Оформление отчета

6.	Защита проектов «Самая «красивая» задача по кинематике».	1	Публичные выступления учащихся	Мультимедийные проекты учащихся
7.	Тестирование по разделу «Кинематика»	1	Индивидуальная работа учащихся	Зачет по разделу
<b>III.</b>	<b>Динамика и законы сохранения в механике.</b>	<b>7</b>		
1.	Систематизация знаний по разделу «Динамика и законы сохранения в механике».	1	Беседа	Опорная схема
2.	Решение задач на движение связанных тел.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
3.	Решение задач на движение по наклонной плоскости.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
4.	Решение задач на движение под действием нескольких сил.	1	Работа в парах	Банк задач
5.	Решение задач на применение законов сохранения в механике.	1	Работа в группах	Банк задач
6.	«Аукцион» задач по динамике.	1	Деловая игра	Банк задач
7.	Тестирование по разделу «Динамика»	1	Индивидуальная работа учащихся	Зачет по разделу
<b>IV.</b>	<b>Молекулярно-кинетическая теория</b>	<b>8</b>		
1.	Обобщение и систематизация опорных знаний по теме «Молекулярно-кинетическая теория и тепловые явления»	1	Беседа	Опорная схема
2.	Решение задач на основные положения МКТ и основное уравнение МКТ.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
3.	Решение задач на уравнение состояния и газовые законы (графические задачи).	1	Работа в парах	Банк задач
5.	Решение задач на расчет теплоемкости идеального газа.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
6.	Решение задач на первый закон термодинамики.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
7.	Решение задач на свойства жидкостей.	1	Работа в группах	Банк задач
8.	Тестирование по теме «Молекулярно-кинетическая теория»	1	Индивидуальная работа учащихся	Зачет по разделу
<b>V.</b>	<b>Электродинамика.</b>	<b>5</b>		
1.	Обобщение и систематизация опорных знаний по разделам электродинамики «Электростатика» и «Законы постоянного тока».	1	Беседа	Опорная схема
2.	Решение задач по темам «Электростатика, Электростатическая энергия »	1	Фронтальное решение задач	Банк задач

3.	Решение задач по теме «Емкость»	1	Работа в группах	Банк задач
4.	Решение задач на соединение проводников.	1	Работа в парах	Банк задач
5.	Решение задач на расчет работы и мощности электрического тока.	1	Фронтальное решение задач	Банк задач
VI.	Подведение итогов	2		
1.	Защита проектов «Самая красивая физическая задача»	1	Публичные выступления учащихся	Мультимедийные проекты учащихся
2.	Итоговое тестирование.	1	Индивидуальная работа учащихся	Зачет по курсу
	<b>Итого</b>	<b>34</b>		

### Методический материал к занятиям 1-6.

#### Физическая задача. Классификация.

Физической задачей в учебной практике обычно называют небольшую проблему, которая в общем случае решается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов и методов физики. По существу каждый вопрос, возникающий при изучении физики, является для ученика задачей. Активное целенаправленное мышление всегда есть решение задач в широком понимании этого слова.

Задачи по физике классифицируют по многим признакам: по содержанию, целевому назначению, глубине исследования вопроса, способам решения, способам задания условия, степени трудности и т.д.

**По содержанию задачи следует разделить** прежде всего в зависимости от их физического материала. Различают задачи по механике, молекулярной физике, электричеству и т.д. Такое деление условно, т.к. в условии задачи используются сведения из нескольких разделов физики.

Различают задачи с абстрактным и конкретным содержанием.

Физические задачи классифицируют также по степени сложности. Несложные задачи по содержанию – это задачи, требующие, например, истолкования смысла формул, подбора систем единиц, нахождения по готовой формуле тех или иных величин и т.п.

Существуют авторские классификации. Так, например, В.Г. Разумовский делит творческие задачи на **исследовательские** (требующие ответа на вопрос *почему?*) и **конструкторские** (требующие ответа на вопрос *как сделать?*). Творческие задачи могут быть качественными, расчетными и экспериментальными.

**В зависимости от характера и методов исследования** вопросов различают *качественные и количественные* задачи.

Качественными задачами называют задачи, при решении которых устанавливают только качественную зависимость между физическими величинами. Как правило, вычислений при решении этих задач не производят.

Количественными называют задачи, при решении которых устанавливают количественную зависимость между искомыми величинами и

ответ получают в виде формулы или определенного числа. При решении таких задач необходимы вычисления. Эти задачи нужно решать в общем виде, а уже потом производить числовые расчеты. Это экономит время, т.к. промежуточные числовые вычисления могут оказаться лишними, а также облегчает проверку решения и его анализ. Большинство таких задач решают аналитико-синтетическим методом, при этом надо начинать решение с «конца», т.е. с анализа выражений, в которые входит искомая величина. Пример решения см. [6] с.11 *задача 12*.

**По способу решения различают устные, экспериментальные, вычислительные и графические.** Деление это условно в том отношении, что при решении большинства задач применяют несколько способов.

Интерес представляют физические задачи с новыми функциями, например, задачи с методологическим содержанием. Это на определение *статуса знаний* (понятий, законов, фактов, принципов и т.д.), на использование *моделей и моделирования* при познании природы, на выдвижение *гипотез*, на использование *аналогий*, на различные аспекты *построения научных знаний*, на закономерности *развития научных знаний*. Более подробно см. [8] с.4-5.

#### **Качественные задачи.**

Качественные задачи обычно используют раньше других как средство закрепления изученного материала. Есть разделы курса физики, где качественные задачи являются основными, так как количественные задачи там почти не решают. К таким, например, относится раздел по гидродинамике. Чрезвычайно полезно решение качественных задач и при опросе для выяснения глубины усвоения материала. Качественные задачи дают возможность за короткое время выяснить физическую сущность рассматриваемого вопроса, для чего иногда другие типы задач менее эффективны. Поэтому успешное решение учащимися качественных задач показывает осознанность их знаний, отсутствие формализма в усвоении материала. Качественные задачи весьма разнообразны по тематике, содержанию и сложности. При решении качественных задач применяются следующие три приема: эвристический, графический и экспериментальный. Они могут сочетаться, дополняя друг друга.

Эвристический прием состоит в постановке и разрешении ряда взаимно связанных качественных вопросов, ответы на которые содержатся либо в условии задачи, либо в известных ученику физических законах.

Этот прием имеет ряд методических достоинств: он учит анализировать физические явления, описанные в задаче, синтезировать данные ее условия с содержанием известных физических законов, обобщать факты, делать выводы.

Графический прием решения применим к тем качественным задачам, условия которых формулируются с помощью различных видов иллюстраций. Использование его позволяет получить ответ на вопрос задачи в процессе исследования соответствующего чертежа, графика, схемы, рисунка, фотографии и т.п.

Достоинство этого приема – наглядность и лаконичность решения. Он развивает функциональное мышление школьников, приучает их к точности, аккуратности. Особенно велика его ценность в тех случаях, когда дана

последовательность рисунков, фиксирующих определенные стадии развития явления или протекания процесса. В некоторых разделах курса физики средней школы (электромагнетизм, волновая оптика) графический прием оказывается преобладающим при решении качественных задач.

Экспериментальный прием заключается в получении ответа на вопрос задачи на основании опыта, поставленного и проведенного в соответствии с ее условием. В таких задачах обычно предлагается ответить на вопросы: «Что произойдет?», «Как сделать?»

В процессе экспериментального решения качественных задач школьники становятся как бы исследователями, развивается их любознательность, активность, формируются практические умения, навыки работы с физическими приборами. При правильно поставленном опыте ответ, полученный экспериментальным путем, не вызывает сомнений. В то же время эксперимент не объясняет, почему именно так, а не иначе протекает явление. На помощь приходит словесное доказательство.

В основе любого из приемов решения задачи лежит аналитико-синтетический метод.

Для решения большинства качественных задач используется следующий **алгоритм:**

1. Ознакомление с условием задачи. Внимательное чтение ее текста, выяснение неизвестных терминов, названий деталей конструкции и т.п.

Повторение текста (при устном решении), полная или сокращенная запись условия (при письменном решении).

Выделение главного вопроса задачи (что неизвестно? Что требуется определить? Какова конечная цель решения?).

2. Анализ содержания задачи.

Исследование исходных данных (что дано? Что известно?).

Выяснение физического смысла задачи (о каких явлениях, фактах, свойствах тел, состояниях системы и т.п. говорится в ней? Какая связь между ними?).

Подробное рассмотрение графика, чертежа, схемы, рисунка и т.п., приведенных в задаче или построенных в процессе ее решения.

Внесение дополнительных (уточняющих) условий для получения однозначного ответа.

3. Составление плана решения.

Построение аналитической цепи умозаключений, начинающейся с вопроса задачи и оканчивающейся либо данными ее условия, либо результатом проведенного эксперимента, либо табличными сведениями, либо формулировками законов и определений физических величин.

4. Осуществление плана решения. Построение синтетической цепи умозаключений, начинающейся с формулировок соответствующих физических законов, определений физических величин, описания свойств, качеств, состояний тела и оканчивающейся ответом на вопрос задачи.

5. Проверка ответа.

Постановка необходимого физического эксперимента, решение этой же задачи другим способом, сопоставление полученного ответа с общими принципами физики (законами сохранения энергии, массы, заряда; законами Ньютона, Ленца и др.).

Иллюстрируя далее методику решения качественных задач, разделим их на две основные группы:

а) Простые качественные задачи или, как их иногда называют, задачи-вопросы. Их решение обычно основывается на одном физическом законе и цепь умозаключений здесь сравнительно проста.

б) Сложные качественные задачи, представляющие как бы совокупность или комбинацию нескольких простых задач. Решая их, приходится строить более сложные и длинные цепи умозаключений, анализировать несколько физических закономерностей.

Начнем с рассмотрения **несложных задач**.

1. Почему, споткнувшись, человек падает вперед?

2. На чем основано освобождение одежды от пыли при встряхивании?

3. Какие возможны способы насадки топора на топорище? На чем они основаны?

Задачи решают путем применения первого закона Ньютона к каждому конкретному случаю.

При решении этих задач учащиеся должны в первую очередь уяснить условие задачи, разобраться, о чем идет речь. Во-первых, необходимо выяснить, какое физическое явление наблюдается в данной ситуации. Очевидно, в данном случае наблюдается явление инерции, поэтому в построении цепи умозаключений опираются на физический закон, описывающий это явление. В рассматриваемом случае это первый закон Ньютона – закон инерции, формулировку которого ученики должны повторить при решении задачи.

Таким образом, например, заключают, что споткнувшийся человек падает вперед потому, что его ноги, задержанные каким-либо препятствием, останавливаются, а другие части тела по инерции продолжают движение вперед.

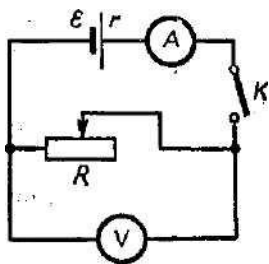
4. Каким приемом человек может быстро удвоить давление, производимое им на пол?

Вначале проводят анализ физической сущности происходящего. В задаче спрашивается о давлении, а давление  $p$ , как известно, есть отношение силы давления  $F$  к площади  $S$ , на которую эта сила действует:  $p = \frac{F}{S}$ . Значит, давление зависит как от силы давления  $F$ , так и от площади  $S$ . Давление возрастет в два раза, если в два раза увеличится сила давления при той же площади. Этого можно достигнуть, взяв в руки дополнительный груз, равный весу человека. Но есть и другая возможность увеличить давление – уменьшить площадь опоры в два раза. Для этого человеку достаточно встать на одну ногу и несколько изменить свое положение, чтобы не нарушилось равновесие.

Рассмотрим теперь более сложные качественные задачи.



**Задача:** Как будут изменяться показания приборов в цепи при перемещении ползуна реостата?



**Решение:** Проведем анализ условия задачи. Амперметр показывает силу тока в цепи, вольтметр – падение напряжения на реостате. При перемещении ползунка реостата влево сопротивление реостата уменьшается, а при перемещении вправо – увеличивается. Как же будет меняться падение напряжения на реостате? Ответить на этот вопрос с помощью закона Ома для участка цепи не удастся. Действительно,  $U = IR$ , но если  $R$ , например, увеличивается, то  $I$  уменьшается. Что происходит с произведением  $IR$ , сказать нельзя. В этом случае нужно пользоваться законом Ома для полной цепи  $I = E / (R + r)$ , который можно записать также в виде  $IR + Ir = E$ .

$$IR + Ir = E.$$

Так как  $IR = U$  – падение напряжения на реостате, то, учитывая, что  $E = \text{const}$  и  $r = \text{const}$ , можно заключить следующее.

При перемещении ползунка реостата влево его сопротивление  $R$  уменьшается, а сила тока в цепи возрастает. Показания амперметра увеличиваются. Одновременно возрастает и падение напряжения на внутреннем сопротивлении элемента –  $Ir$ , а падение напряжения на реостате уменьшается. Показания вольтметра уменьшаются.

При перемещении ползунка реостата вправо  $R$  возрастает, сила тока  $I$  уменьшается,  $U$  увеличивается. Показания амперметра уменьшаются, а вольтметра – увеличиваются.

Правильность ответа легко проверить опытом. При использовании эксперимента рассматриваемая задача будет являться качественной экспериментальной задачей.

#### **Экспериментальные задачи.**

Как отмечалось выше, характерной чертой этого типа задач является использование при решении эксперимента как лабораторного, так и демонстрационного.

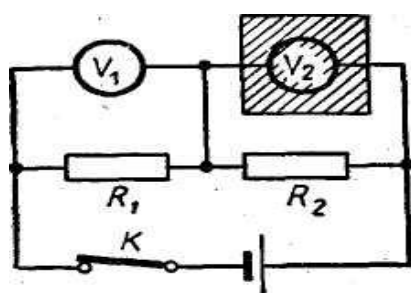
Постановка опытов при решении демонстрационных экспериментальных задач должна удовлетворять всем условиям школьного демонстрационного эксперимента. При этом особое внимание нужно обращать на обеспечение хорошей видимости приборов и явлений. Это тем более необходимо, что к работе с приборами часто привлекаются вызванные к демонстрационному столу учащиеся, которые мало заботятся об этой чисто профессиональной стороне дела.

Рассмотрим несколько примеров демонстрационных экспериментальных задач.

**Задача:** На концах равноплечного рычага подвешены два тела равной массы, но разного объема. Сохранится ли равновесие, если тела опустить в воду?

В беседе выясняют, что при погружении тела в воду на него будет действовать выталкивающая сила. Ее величина пропорциональна объему тела и плотности жидкости. На меньшее по объему тело будет действовать меньшая выталкивающая сила. Поэтому в воде перетянет тело меньшего размера. Ответ проверяют опытом.

**Задача:** Собрана установка, схема которой показана на рисунке.  $R_1$  и  $R_2$  – демонстрационные магазины сопротивлений. Определить показания вольтметра  $V_2$ , шкала которого закрыта.



**Решение:** Анализируют схему и устанавливают, что сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  соединены последовательно.

Записывают показания вольтметра  $V_1$ , а также значения сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ .

При последовательном соединении падения напряжения пропорциональны величинам сопротивлений, поэтому можно записать:  $U_1 : U_2 = R_1 : R_2$ , откуда  $U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1}$ .

После того как вычислено значение  $U_2$ , учитель открывает шкалу, и учащиеся проверяют правильность решения задачи по показаниям прибора.

Как видим, эксперимент в этих задачах играет вспомогательную роль. Задача может быть решена и без него, но от этого она значительно проигрывает.

Лабораторные экспериментальные задачи – это разновидность фронтального эксперимента (№ 162, 179, 187) [6]. Их отличительной чертой является самостоятельное выполнение учащимися соответствующих опытов или наблюдений для получения необходимых в задаче данных.

### **Вычислительные задачи.**

Методы решения вычислительных задач зависят от многих причин: их сложности, математической подготовки учащихся, поставленных учителем целей и т.д.

В зависимости от применяемого математического аппарата различают следующие методы или способы решения вычислительных задач: *арифметический, алгебраический, геометрический и графический*. По

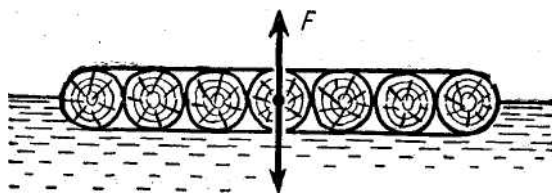
характеру логических операций, используемых в процессе решения, различают аналитический, синтетический и аналитико-синтетический методы.

**Арифметический метод.** При этом методе над физическими величинами производят только арифметические действия. Физические задачи решают примерно так же, как задачи на уроках арифметики: по вопросам, без применения формул. Арифметический способ применяют в основном на первой ступени обучения физике, когда учащиеся еще не имеют достаточных знаний по алгебре или еще не уяснили достаточно глубоко зависимость между величинами, входящими в физические формулы.

Иногда считают, что отличительная черта арифметического метода – отсутствие буквенных выражений. Дело как раз не в буквенных выражениях, а в том, что при этом методе не составляют и не решают уравнений. Приведем пример решения задачи арифметическим способом, но с применением буквенных выражений. Возьмем задачу на закон Архимеда, когда с буквенными обозначениями соответствующих величин учащиеся уже знакомы.

**Задача:** Какой максимальный груз может выдержать в пресной воде плот, связанный из 25 сосновых бревен. Объем каждого бревна составляет в среднем  $0,8 \text{ м}^3$ .

**Решение:** Разобрав условие задачи, делаем сначала чертеж



Решение выполняем по вопросам.

1. Каков объем бревен плота?

$$V = 0,8 \text{ м}^3 \times 25 = 20 \text{ м}^3.$$

2. Чему равна масса плота? По таблице находим, что масса  $1 \text{ м}^3$  древесины равна  $500 \text{ кг}$ .

$$m_{\text{п}} = 500 \text{ кг} \cdot 20 = 10\,000 \text{ кг}.$$

3. Каков вес плота?

$$P = 9,8 \text{ Н} \cdot 10\,000 = 98\,000 \text{ Н}.$$

4. Чему равна масса вытесненной воды при полном погружении плота в воду? По таблице находим, что масса  $1 \text{ м}^3$  воды равна  $1000 \text{ кг}$ .

$$m_{\text{в}} = 1000 \text{ кг} \times 20 = 20\,000 \text{ кг}.$$

5. Каков вес вытесненной воды?

$$P_{\text{в}} = 9,8 \text{ Н} \cdot 20\,000 = 196\,000 \text{ Н}.$$

6. Чему равен вес груза?

$$F = 196\,000 \text{ Н} - 98\,000 \text{ Н} = 98\,000 \text{ Н}.$$

**Алгебраический метод.**

При этом методе применяют имеющиеся у учащихся знания по алгебре, используют формулы, составляют и решают уравнения. Наиболее простой

случай применения алгебраического метода состоит в решении задач по готовой формуле.

Рассмотрим для примера следующую задачу.

**Задача:** Определить сопротивление километра медного провода сечением  $10 \text{ мм}^2$ .

**Решение:** Сопротивление провода находят по формуле  $R = \rho \cdot l/S$ .  
Удельное сопротивление находят по таблице  $\rho = 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$

$$R = 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м} \cdot 1000 \text{ м} / 10 \text{ мм}^2 = 1,7 \text{ Ом}.$$

В более сложных задачах окончательную зависимость, с помощью которой вычисляют искомую величину, определяют, используя несколько формул или системы уравнений.

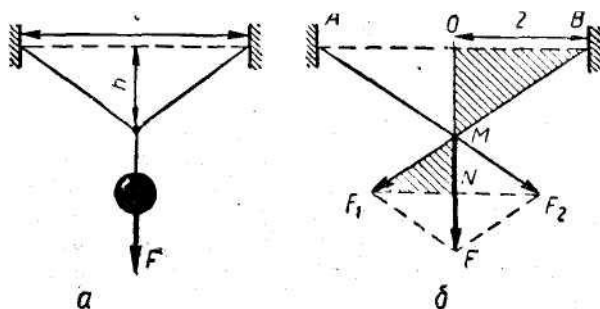
### Геометрический метод.

При решении задач геометрическим методом искомую величину находят на основании известных учащимся геометрических соотношений. Геометрический метод широко применяют в статике, геометрической оптике, электростатике и других разделах курса физики средней школы.

Приведем пример решения задачи геометрическим методом.

**Задача:** По середине троса длиной  $l = 10 \text{ м}$  подвесили фонарь массой  $m = 10 \text{ кг}$ . Определить силу натяжения троса, если стрела прогиба  $h = 0,5 \text{ м}$ .

Сделаем чертеж



Силу тяжести  $F$  разложим на две составляющие  $F_1$  и  $F_2$ , направленные вдоль частей троса (рис.б).

Нетрудно доказать, что  $F_1 = F_2$ ,  $MN = F/2$

Из подобия треугольников  $OMB \sim MNF_1$  следует:  $BM / OM = F_1M / MN$ .

Так как стрела прогиба невелика, примем, что  $MB = l/2$ , тогда  $l/2h = 2F_1/F$ . Отсюда  $F_1 = Fl/4h = mgl/4h = 10 \text{ кг} \times 9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2} \times 10 \text{ м} / 4 \times 0,5 \text{ м} = 490 \text{ Н}$ .

Искомое натяжение троса равно по величине и противоположно по направлению силе  $F_1$ .

В случае геометрического метода решения задач можно использовать не только геометрические соотношения, но и тригонометрические формулы (№ 411, 905) [6].

**Графический метод.** С геометрическим методом решения задач тесно связан метод графический, при котором для определения искомых величин используют графики. Ввиду значительной специфики этих задач рассматриваем их отдельно.

По характеру логических операций различают *аналитический* и *синтетический* способы рассуждения при решении задач.

При аналитическом способе рассуждения начинают с определения искомой величины, выясняют, как связана эта величина с другими величинами и, последовательно применяя физические формулы, приходят кратчайшим путем к искомой величине.

При синтетическом способе рассуждения сначала устанавливают промежуточные зависимости между данными физическими величинами, стараясь подготовить почву для определения искомой величины. В итоге всех операций, часть из которых может оказаться лишней, получают выражение, из которого и находят искомую величину.

Учащиеся чаще всего становятся на путь синтетического решения: они пробуют различные зависимости между величинами, пока не установят такую, которая дает возможность найти искомую величину. При этом, естественно, вначале возможны пути, не приводящие к желаемому результату. Синтетический способ решения наиболее простой, но не всегда короткий.

Аналитический способ труден, так как требует строгой логической последовательности в действиях, но он быстрее приводит к конечной цели.

При решении задач, особенно в старших классах, предпочтение нужно отдать аналитическому способу, так как этот способ имеет большое значение для развития логического мышления. Приведем пример.

**Задача:** В шахту равноускоренно опускается бадья массой 280 кг. За первые 10 с она прошла 35 м. Определить натяжение каната.

**Аналитический способ решения.**

Бадья спускается на канате, вниз направлена сила тяжести ( $mg$ ), а вверх – натяжение каната ( $F_H$ ). Раз бадья движется вниз, то равнодействующая

$R = mg - F_H$ . По II закону Ньютона  $R = ma$ , т. е.  $mg - F_H = ma$ , где  $a$  – ускорение движения бадьи. Искомое натяжение каната  $F_H = mg - ma$ .

Из этого выражения неизвестно нам лишь  $a$ . Найдем его с помощью формулы  $s = at^2 / 2$ , т.к.  $v_0 = 0$ . Получаем  $a = 2s / t^2$ . Следовательно,

$$F_H = mg - m \cdot 2s / t^2 = m (g - 2s / t^2) |$$

$$F_H = 280 \text{ кг} (9,8 \text{ м/сек}^2 - 2 \cdot 35 \text{ м} / 10^2 \text{ сек}^2) = 2500 \text{ Н.}$$

Логiku рассуждений можно пояснить особой записью решения задачи, вводя стрелки, как это показано ниже

$$mg - F_H = ma$$

↓

$$F_H = mg - ma$$

↓

$$s = at^2 / 2, \text{ т.к. } v_0 = 0 \rightarrow a = 2s / t^2$$

↓

Окончательно  $F_H = m (g - 2s / t^2)$

**Синтетический способ решения.**

Бадья движется равноускоренно без начальной скорости, следовательно,  $s = at^2 / 2$ . Из уравнения равноускоренного движения (если известны путь  $s$  и время движения  $t$ ) можно определить ускорение  $a = 2s / t^2$

Бадья приобретает это ускорение под действием равнодействующей  $R$ . По второму закону Ньютона можно записать  $R = ma$ .

Бадья движется вниз, на нее действуют две силы: сила тяжести  $F = mg$  и сила натяжения каната  $F_n$ . Равнодействующая этих сил  $R = mg - F_n = ma$ .

Откуда  $F_n = mg - ma = m(g - a) = m(g - 2s / t^2)$ .

Как видно, мы пришли к тому же самому значению  $F_n$ , что и аналитическим способом. При решении задач трудно выделить в чистом виде анализ или синтез, они выступают всегда о взаимосвязи. Поэтому часто говорят об аналитико-синтетическом способе рассуждения при решении задач.

Однако в первом случае, когда мы начинаем рассуждение с вопроса задачи, на первый план выступает все же анализ. Правда, в конце, когда «собирают» общую формулу для решения задачи, проводят синтез. Все же данный способ рассуждения при решении задач можно называть аналитическим.

Во втором способе вначале на первый план выступает синтез, так как синтезируются различные соотношения, которые могут быть установлены по данным и условию задачи. Хотя определенные элементы анализа есть и здесь, все же данный способ рассуждения при решении задачи можно назвать синтетическим.

### **Графические задачи.**

Графическими называют задачи, в которых объектом исследования являются графики зависимости физических величин. В одних задачах эти графики заданы в условии, в других – их надо построить. Первые графические задачи должны заключаться в чтении и построении несложных графиков (№ 193, 323) [6]. Далее работу с графиками нужно постепенно усложнять, предлагая учащимся находить количественные зависимости между величинами, вплоть до составления формул.

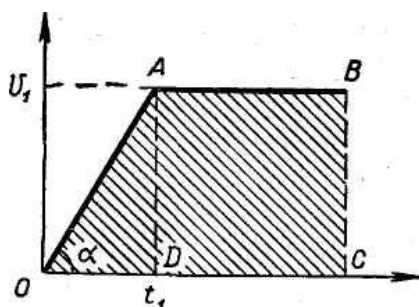
Основные этапы решения графических задач следующие.

Если график зависимости между величинами дан, то надо осмыслить его, разобрать характер зависимости на каждом участке. Пользуясь масштабом, необходимо по графику получить искомые величины (значения на осях абсцисс и ординат, площадь, ограниченную осью абсцисс, соответствующими ординатами и графиком и др.).

Если график зависимости не дан, то по условию задачи или по значениям, взятым из специальных таблиц, строят график. Для этого чертят оси координат, выбирают определенный масштаб на них, составляют таблицы, а после этого наносят на плоскость с координатными осями точки с соответствующими ординатами и абсциссами. Соединяя данные точки, получают график зависимости между физическими величинами и затем исследуют его, как было указано выше.

Для примера рассмотрим следующую задачу.

**Задача:** По графику описать движение тела, определить время, путь и ускорение на отдельных участках пути.



Анализируя график, учащиеся должны, во-первых, установить, что он выражает зависимость скорости от времени. Начальная скорость тела  $v_0 = 0$ . К моменту времени  $t = t_1$  тело приобрело скорость  $v_1$ . От момента времени  $t = 0$  до  $t = t_1$  скорость увеличивалась. На графике приведена линейная зависимость скорости  $v$  от времени  $t$ , следовательно, тело двигалось равноускоренно. В промежутке времени  $(t_1 - t_2)$  скорость не изменялась. Тело двигалось равномерно. Определим ускорение для промежутка времени  $(0 - t_1)$   $v_1 = a_1 t_1$ , отсюда

$$a_1 = v_1 / t_1.$$

Путь  $s_1$ , пройденный телом при равноускоренном движении за время  $t_1$ , численно равен площади треугольника  $OAD$ .

$$s_1 = v_1 \cdot t_1 / 2 = a_1 t_1 t_1 / 2 = a_1 t_1^2 / 2$$

Таким образом, с помощью графика получена важная формула пути для равноускоренного движения при условии, если начальная скорость равна 0.

Для промежутка времени  $(t_1 - t_2)$  ускорение  $a = 0$ , при этом путь равен площади прямоугольника  $ABDC$ :  $s_2 = v_1(t_2 - t_1)$

Путь  $s$  за всё время  $t_2$  численно равен площади трапеции  $OABC$ :

$$S = v_1 t_1 / 2 + v_1(t_2 - t_1) = v_1(2t_2 - t_1) / 2.$$

Примером задач, в которых график не задан, а его следует вычертить по таблицам, составленным самими учащимися или взятым из справочников, могут быть задачи № 554, 561, 626 [6].

## Методический материал к практическим занятиям по решению задач

### Кинематика

Тема	качественные	экспериментальные	вычислительные	графические
	е	е	е	
Относительность движения, закон сложения скоростей	20,22,28,29 [9] I.1, I.2. [1]			
Равноускоренное движение			43 [9]	44,45,46,47,48 [9]

				334,338,345 [6]
Падение тел				
Криволинейное движение	I.3, I.4. [1]			
Колебательное движение		3,4 [3] 1,2 [11]		

### Динамика

Тема	качественные	экспериментальные	вычислительные	графические
Движение связанных тел			II.1 [1]	
Наклонная плоскость			II.4 [1]	
Движение по окружности	270 [9] II.5 [1]			
Законы сохранения			489 [6] II.13, II.23 [1] 6.39 [5] 12 с.11 [6]	
Движение под действием нескольких сил	II. 6 [1]	260 [9]		

### Молекулярно-кинетическая теория и тепловые явления

Тема	качественные	экспериментальные	вычислительные	графические
Основное положение МКТ		525 [4]		
Уравнение состояния, газовые законы	497 [9]		145 - 153 [4]	165-170 [4] 552 [9]
Основное уравнение МКТ	551 [9]			
Первый закон термодинамики		4,5 с.11 [3]		
Теплоёмкость идеального газа	V.10 [1]		548,549 [6]	
Свойства жидкостей и газов		10 с.15,11 с.16 [4]		

### Электродинамика



Тема	качественны е	экспериментальны е	вычислительны е	графически е
Электростатика	816 [9]	839,840 [9]	618,619 [6]	636.628 [6]
Электростатическая энергия			$\sqrt{1.9}$ [1]	
Ёмкость			648-650 [6]	
Соединение проводов			665,667,668 [6]	
Работа и мощность тока	960,968-974 [9]	945 [9]	682.687 [6]	

### Задача к занятию П.2

**Переправа.** Представим себе реку с параллельными берегами, расстояние между которыми  $l$  (рис. 1.1). Скорость течения по всей ширине реки одинакова и равна  $u$

С какой наименьшей постоянной скоростью  $v_{min}$  относительно воды должна плыть лодка,

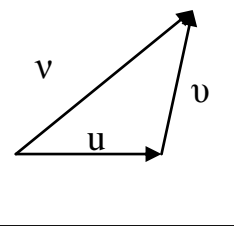
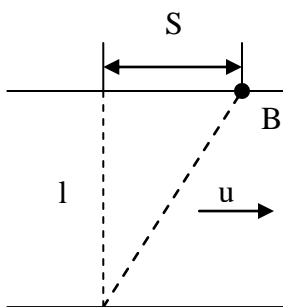


Рис. 1.1. Скорость течения  $u$  в любом месте реки одинакова

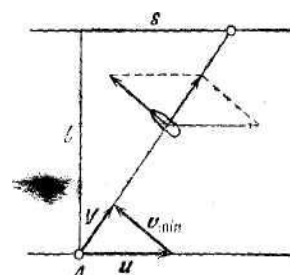
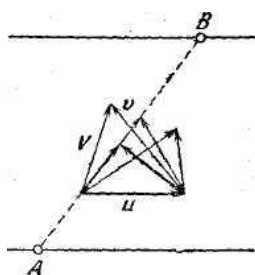
Рис. 1.2. Скорость лодки относительно берегов  $V$  равна сумме векторов  $u$  и  $v$

чтобы из точки  $A$  попасть в точку  $B$  на противоположном берегу, находящуюся на расстоянии  $s$  ниже по течению? На какое минимальное расстояние  $s_{min}$  снесет лодку вниз по течению при переправе на другой берег, если модуль ее скорости относительно воды равен  $v$ ?

**Методические рекомендации по решению задачи:** Чтобы ответить на эти вопросы, нужно прежде всего отчетливо представить себе, что скорость лодки относительно берегов  $V$  есть векторная сумма скорости течения  $u$  и скорости лодки относительно воды  $v$  (рис. 1.2):

$$V = u + v \quad (1)$$

Будем считать, что лодка имеет относительно воды некоторую неизменную по модулю скорость  $v$ . Тогда, отправляясь из точки  $A$ , лодка сможет попасть в точку  $B$  только в том случае, если ее скорость относительно берегов  $V$  удастся направить по прямой  $AB$  или левее этой прямой. Если ни при



каком направлении  $v$  мы не сможем получить в начальный момент результирующую скорость  $V$  вдоль прямой  $AB$ , то лодку обязательно снесет течением ниже точки  $B$  (рис. 1.3).

Рис. 1.3. Выбор направления скорости лодки  $v$  для переправы из  $A$  в  $B$

Рис. 1.4. К вычислению минимальной скорости  $v_{min}$

Нужное нам направление вектора  $V$  может быть получено при разных значениях вектора  $v$ . Скорость течения  $u$  во всех случаях направлена одинаково и изображается одним и тем же вектором. Скорость лодки относительно воды  $v$  может быть направлена по-разному. Из рис. 1.3 видно, что эта скорость будет наименьшей в том случае, когда скорость лодки относительно берега  $V$  направлена именно по прямой  $AB$ , а скорость  $v$  перпендикулярна этой прямой. Этот случай показан на рис. 1.4. Из подобия изображенных прямоугольных треугольников находим

$$v_{min}/u = l \sqrt{l^2 + s^2} \quad (2).$$

Отметим, что если мы хотим попасть в точку  $B$ , двигаясь с минимальной возможной скоростью  $v_{min}$ , то нам придется направить нос лодки перпендикулярно выбранной траектории лодки  $AB$ . Лодку будет сносить течением, и в результате она будет боком приближаться к намеченной цели!

## К занятию II.5

**Тема занятия:** Решение задач на применение формулы периода колебаний пружинного маятника.

**Тип занятия:** Формирование навыков решения экспериментальных задач.

**Вид занятия:** Лабораторная работа.

**Цель занятия:** Отработка навыков решения экспериментальных задач.

**Задачи:**

1. *Обучающая:* Экспериментально подтвердить справедливость формулы периода колебаний пружинного маятника.

2. *Развивающая:* Способствовать формированию навыков получения знаний в ходе эксперимента; анализа, обработке и оценке результатов.

3. *Воспитательная:* Способствовать развитию наблюдательности, аккуратности, трудолюбия, умению принимать самостоятельное решение.

**Ход занятия:**

1. Поставить перед учащимися цель занятия: В ходе решения экспериментальных задач проверить справедливость формулы периода колебаний пружинного маятника.

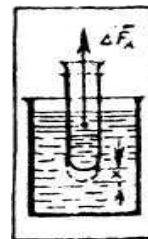
2. Повторить формулу периода колебаний пружинного маятника

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , значение букв в формуле, смысл физических величин, входящих в данную формулу.

3. Разбить группу на 3 подгруппы, учитывая при этом индивидуальные особенности учащихся, их подготовленность по данной теме. Затем каждой группе дать задание.

*(Инструкции по выполнению заданий всем учащимся даются для изучения на дом на предыдущем занятии)*

**Задание 1:** Создайте вертикальные колебания пробирки с песком в сосуде с водой. Рассчитайте период этих колебаний. Результат расчёта проверьте экспериментально, учтя при этом погрешность измерений. Сделайте заключение.



**Оборудование:** сосуд с водой, пробирка, песок, весы, часы с секундной стрелкой или секундомер, нить, линейка измерительная

*Указания:*

1. Насыпьте в пробирку такое количества песка, чтобы она при погружении в сосуд с водой плавала в вертикальном положении. При небольшом нажатии пальцем на верхнюю часть пробирки возникают её колебания.

2. Проведите теоретический расчёт колебаний пробирки. В состоянии равновесия сила тяжести пробирки с песком компенсируется выталкивающей силой. При малом смещении  $x$  пробирки вниз, возникает дополнительная ( за счёт увеличения глубины погружения) выталкивающая сила  $\Delta F_A$ , направленная тоже вверх. Она равна по модулю  $\Delta F_A = \rho S x g$ , где  $\rho$  - плотность воды,  $S$  - площадь внешнего сечения пробирки,  $g$  – ускорение свободного падения; эта сила ничем не компенсируется.

Запишем это выражение силы  $\Delta F_A$  в проекции на вертикальную ось ОХ. Направив ось вниз, запишем:

$$F_x = - \rho S x g.$$

Обозначим  $\rho S g$  через  $k$  и запишем:  $F_x = - k x$ .

Мы пришли к выводу, что пробирка совершает движение под действием силы типа  $F = - k x$ .

Значит, это движение является гармоническим колебанием. В этом случае теоретически период  $T_m$  определяется по формуле:  $T_m = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ . Измерив с

помощью весов и гирь массу  $m$  пробирки с песком, а с помощью нити и линейки длину  $l$  её окружности. Рассчитайте площадь поперечного сечения пробирки:  $S = \pi R^2 = \pi \left(\frac{l}{2\pi}\right)^2$ , затем  $k$  по формуле:  $k = \rho S g$ , далее и период  $T_m$  её

вертикальных колебаний по формуле:  $T_m = 2\pi \sqrt{\frac{4\pi m}{\rho l^2 g}}$

3. Проведите экспериментальную проверку расчёта. Для этого определите опытным путём период колебаний пробирки с песком, «заставив» её совершать

$N$  полных колебаний и измерив пошедшее на это время  $t$ . Период  $T_0$  рассчитайте по формуле  $T_0 = \frac{t}{N}$ .

4. Сравните периоды колебаний пробирки, полученных теоретически и экспериментально с учётом погрешностей. Сделайте вывод о значимости полученных расхождений и причинах этого.

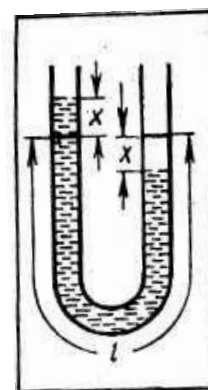
**Задание 2:** Рассчитайте период малых колебаний столба воды в водяном манометре. Результат расчёта проверьте экспериментально, учтя при этом погрешность измерений. Сделайте заключение.

*Оборудование:* водяной манометр, часы с секундной стрелкой или секундомер, нить, линейка измерительная.

*Указания:*

1. Дунув в одно из колен манометра. Возбудите колебания столба воды в нём.

Рассчитайте вначале теоретически период  $T_m$  этих колебаний. Для этого сделайте рисунок и проанализируйте его.



При изменении положения столба воды на величину  $x$  разность уровней составит  $2x$ . За счёт столба жидкости высотой  $2x$  возникает дополнительная сила  $F$ , модуль которой равен  $F = 2\rho Sxg$ , где  $\rho$  - плотность воды,  $S$  - площадь внешнего сечения трубки манометра,  $g$  - ускорение свободного падения. выразим эту силу  $F$  в проекции на вертикальную ось  $Ox$ . Направив ось вниз, запишем:

Запишем

$$F_x = -2\rho Sxg.$$

Обозначим  $2\rho Sg$  через  $k$  и запишем:  $F_x = -kx$ . Мы пришли к выводу, что пробирка совершает движение под действием силы типа  $F = -kx$ . Значит, это движение является гармоническим колебанием. В этом случае теоретически период  $T_m$  определяется по формуле:  $T_m = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ , где  $m$  - масса колеблющейся воды.

Учтя, что  $m = \rho V = \rho Sl$ , где  $l$  - длина всего водяного столба в манометре, которую можно измерить с помощью нити и линейки.

Получим:

$$T_m = 2\pi\sqrt{\frac{\rho Sl}{2\rho Sg}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}.$$

2. Экспериментально измерьте период колебаний столба воды в манометре. Для этого, возбудив колебания воды в манометре, определите время  $t$ , в течение которого совершается  $N$  полных колебаний. Период  $T_0$  рассчитайте по формуле  $T_0 = \frac{t}{N}$ .

3. Сравните периоды колебаний пробирки, полученных теоретически и экспериментально с учётом погрешностей. Сделайте вывод о значимости полученных расхождений и причинах этого.

**Задание 3:** Экспериментально проверьте справедливость формулы периода колебаний пружинного маятника.

*Оборудование:* пружина (от ведёрка Архимеда), 3 груза массой по 100 г, измерительная линейка, часы с секундной стрелкой или секундомер, пружинный динамометр, штатив с муфтой и лапкой.

*Указания:*

1. Закрепить пружину и измерительную линейку в лапках штатива. Подвесить груз массой 100 г к пружине; растянуть пружину и отпустить, тем самым возбуждая колебания в системе. Подобрать амплитуду колебаний и число грузов таким образом, чтобы колебания длились как можно больше времени.

2. Вычислить теоретически период колебаний пружинного маятника по формуле  $T_m = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , предварительно определив жёсткость пружины (из закона Гука  $F_{упр} = -kx$  следует,  $k = F_{упр} / x$ , силу упругости  $F_{упр}$  измеряют динамометром, растягивая с его помощью пружину и при этом фиксируя растяжение пружины  $x$  по линейке)

3. Экспериментально измерьте период колебаний груза, предварительно возбуждая колебания пружинного маятника. Определите время  $t$ , в течение которого совершается  $N$  полных колебаний. Период  $T_э$  рассчитайте по формуле  $T_э = \frac{t}{N}$ .

4. Сравните периоды колебаний груза, полученных теоретически и экспериментально с учётом погрешностей. Сделайте вывод о значимости полученных расхождений и причинах этого.

### «Узелки на память»

#### Информация для учащихся.

«Узелки на память» представляют собой опорные моменты информации.

#### Общая информация.

1. Основные физические величины.

Величина	Символ	Наименование единицы (СИ)	Сокращение
Масса	m	килограмм	кг
Время	t	секунда	с
Длина	l	метр	м
Сила тока	I	ампер	А
Температура	T	кельвин	К
Количество вещества	v	моль	моль
Сила света	I	кандела	кд

2. Приставки.

Приставка	Обозначение	Коэффициент	Приставка	Обозначение	Коэффициент
дека	да	$10^1$	деци	д	$10^{-1}$
гекто	г	$10^2$	санتي	с	$10^{-2}$
кило	к	$10^3$	милли	м	$10^{-3}$
мега	М	$10^6$	микро	мк	$10^{-6}$
гига	Г	$10^9$	нано	н	$10^{-9}$
тера	Т	$10^{12}$	пико	п	$10^{-12}$
пета	П	$10^{15}$	фемто	ф	$10^{-15}$
экса	Э	$10^{19}$	атто	а	$10^{-18}$

### 3. Обозначение физических величин.

Для записи физических величин пользуются символами. Значение физической величины состоит из числа и размерности. Следовательно, любой символ подразумевает как число, так и единицу измерения.

Значение – это размерное число, т.е. число и единица измерения.

Например,  $m = 2,1 \text{ кг}$ ;  $c = 400 \text{ Дж} \times \text{кг}^{-1} \text{ К}^{-1}$ .

### 4. Числа.

Очень большие и очень маленькие числа (например, 10 000 000 или 0,000001) при записи требуют много времени, трудны в чтении и в вычислениях. Для них применяется стандартная форма записи. Стандартный вид числа – это представление числа  $a$  в виде  $a_1 \cdot 10^n$ , где  $a_1$  – число больше или равно 1, но меньше 10, а  $n$  – целое число и называется при этом порядком числа.

Например.

Число	Стандартный вид числа	Приближённое значение числа
56 342	$5,6342 \cdot 10^4$	$5,6 \cdot 10^4$
4000	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$
569	$5,69 \cdot 10^2$	$5,7 \cdot 10^2$
23,3	$2,33 \cdot 10^1$	$2,3 \cdot 10^1$
0,98	$9,8 \cdot 10^{-1}$	$9,8 \cdot 10^{-1}$
0,00211	$2,11 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$

### «Узелки на память», направляющие и контролирующие процесс поиска решения задач.

При поиске решения задач любого раздела физики используются три стратегии поиска: стратегия опознавания; стратегия стандартных ситуаций и решение на уровне подсознания.

Стратегия опознавания может быть выражена общим вопросом: какой закон или положение физики можно использовать в данной задаче?

Стратегия стандартных ситуаций состоит из трех этапов: анализ условия задачи и построение модели ситуации; составление плана решения; перевод задачи физики в математическую задачу по определению искомого параметра.

Цель первого этапа – оценка возможных вариантов поиска решения. Если есть необходимость, замена исходной задачи эквивалентной задачей или

деление задачи на подзадачи. Определение равных и взаимосвязанных параметров в подзадачах. Оценка характера изменения параметров, акцентированное выделение результатов анализа, т.е. того, что известно, и того, что требуется найти.

Цель второго этапа – выдвижение базисной формулы и составление плана определения недостающих параметров.

Цель третьего этапа – решение задачи в общем виде и оценка результата.

Если задача не удается, переведите ее на уровень подсознания. Вспомните и сконцентрируйтесь на ней несколько раз. Попробуйте подойти к ней с разных позиций. Используйте переформулирование, перемоделирование, попытайтесь выявить новую информацию о связях параметров, их поведении, и свойствах процесса или объекта, о неучтенных процессах, объектах, об их взаимодействии.

### **«Узелки на память», используемые при решении задач по механике.**

1. Если задача по кинематике, оцени характер изменения скорости и ускорения от времени. Это позволит определить модель движения.

В решении этой проблемы может помочь известная зависимость пути и координаты или скорости от времени, характер действующих сил, поведение кинетической энергии.

2. Если задача на равнопеременное движение, выделите информацию о пяти параметрах  $v_0, v, s, t, a$ . Задачи на оценку этих параметров разрешимы, если известны три из них (правило трех параметров).

3. Если материальная точка движется под углом к силовой линии какого-либо поля, можно использовать принцип независимости движений, заменить сложное криволинейное движение двумя простыми: движением со скоростью вдоль силовых линий и движением со скоростью, перпендикулярной силовым линиям. Время движения в этих двух задачах одинаково.

4. Задачи по динамике решаются с помощью определяющих формул, законов Ньютона, законов сохранения и законов изменения динамических параметров.

5. При ударе, столкновении, распаде тел используют законы сохранения импульса и энергии. При неупругом ударе закон сохранения механической энергии не выполняется, имеет место закон сохранения всех видов энергии.

6. Ускоренно движущуюся систему отсчета можно заменить покоящейся или любой инерциальной системой отсчета (ИСО). Используют принцип эквивалентности сил инерции и сил тяготения, т.е. вводят в ИСО дополнительное поле силы тяжести, где  $a$  – ускорение неинерциальной системы отсчета. После этого система становится эквивалентной ускоренно движущейся системе отсчета.

7. В задачах, где есть неподвижные объекты, используются условия равновесия. Различают условие равновесия материальной точки, твердого тела с закрепленной осью вращения и общее условие равновесия абсолютно твердого тела.

8. Тело находится в устойчивом положении равновесия, если при смещении его потенциальная энергия возрастает и появляется сила или момент силы, возвращающие его в первоначальное состояние. Если линия действия силы тяжести проходит через площадь опоры тела, то оно находится в положении равновесия.

9. Если при равновесии на тело действуют три силы произвольного направления, то векторная сумма двух любых сил численно равна третьей силе. Это позволяет задачу об определении силы свести к задаче о треугольнике сил.

10. При определении центра тяжести сложных конструкций представляют ее, состоящей из отдельных симметричных частей. Заменяв каждую из них материальной точкой, переходят к задаче с сосредоточенными параметрами, массой и силой тяжести.

11. Условия равновесия и равномерного движения одинаковые. Все зависит от начальных условий. Если в момент, когда результирующая сила стала равной нулю, материальная точка двигалась, то она будет двигаться равномерно и прямолинейно. Если она покоилась, то и будет оставаться в покое. Условие равномерного вращения тела и равновесия его относительно оси вращения – результирующий момент внешних сил равен нулю.

12. В задачах на потоки жидкостей и газов применяются уравнение Бернулли, уравнение непрерывного течения и определяющие формулы для объемного и массового расходов.

### **«Узелки на память», используемые при решении задач по молекулярной физике и термодинамике.**

1. Следует различать равновесное состояние термодинамической системы и процессы, происходящие с ней. Изопроцессы и адиабатические процессы можно представить как совокупность равновесных состояний.

2. Состояние газа описывается не тремя, а пятью основными параметрами  $m, \mu, p, V, T$ .

3. Уравнения для изопроцессов можно использовать, если масса и молярная масса газа не меняются.

4. В случае смеси газов нужно исходить из закона Дальтона или заменять смесь газов эквивалентным идеальным газом. Закон Дальтона применим и для смеси различных состояний одного газа.

5. Если конечное состояние вещества неизвестно, его следует определить методом сравнения подаваемого количества теплоты с тем количеством теплоты, что требуется для перехода из одного агрегатного состояния в другое. Только знание всех состояний вещества, т.е. знание всех процессов, позволяет составить адекватное уравнение теплового баланса.

6. КПД любого цикла тепловой машины определяется соотношением  $\eta = A/Q_1$  или  $\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1$  где  $Q_1$  – количество теплоты, получаемое рабочим телом, для совершения цикла,  $Q_2$  – количество теплоты, отдаваемое рабочим телом, чтобы перейти в исходное состояние. Для цикла Карно  $Q$  можно заменить на  $T$ .



7. Если температура ниже критической, то ненасыщенный пар можно перевести в насыщенный. Из формулы  $p = nkT$  следует, что это возможно путем изменения концентрации  $n$  и температуры  $T$ . Температура перехода – точка росы.

8. Задача о жидкости в капилляре – задача на равновесие столба жидкости. Она же может рассматриваться как задача на сообщающиеся сосуды, в одном из которых действует давление Лапласа.

### «Узелки на память», используемые при решении задач по электродинамике.

1. Существуют положительные заряды (пример: заряды на стекле при трении о шёлк) и отрицательные (пример: заряды на эбоните при трении о мех).

2. Одноименные заряды отталкиваются, разноименные притягиваются.

3. Алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе тел со временем не изменяется.

4. Минимальный заряд  $e$  – заряд электрона. Заряд электрона и протона равны по величине и противоположны по знаку.

5. Закон Кулона аналогичен закону всемирного тяготения

$$F = k \cdot q_1 q_2 / r^2 \qquad F = G \cdot m_1 m_2 / r^2$$

6. Определяющие формулы напряженности  $E$  и потенциала  $\varphi$  электрического поля аналогичны

$$E = F/q \qquad \varphi = Wn/q$$

где  $E$  – вектор, силовая характеристика поля,

$\varphi$  – скаляр, алгебраическая величина, энергетическая характеристика поля,

$Wn$  определяется работой, которую способны совершить силы поля при переносе пробного заряда  $q$  из данной точки в бесконечность.

7.  $E$  и  $\varphi$  – функции геометрии источника поля, расстояния до источника поля, диэлектрической проницаемости среды.  $E$  и  $\varphi$  связаны между собой.

8. Формула  $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$  – годится для любой ситуации, когда требуется найти работу сил поля. Она описывает ситуацию – заряд  $q$  перемещается в электрическом поле.

9.  $E$  системы заряженных тел определяются на основании принципа суперпозиции полей.

10. Понятие электроемкости для диэлектрика не применимо. Различают электроемкость для уединенных проводников и конденсаторов. Их определяющие формулы аналогичны,

$$C = q / \varphi \qquad C = q / U$$

11. Электроемкость – функция геометрии проводника, конденсатора и диэлектрической проницаемости среды. Увеличение площади и диэлектрической проницаемости среды способствуют увеличению электроемкости.

Поэтому, в частности при *параллельном* соединении конденсаторов

$C = \sum C_i$ , т.е. емкость батареи равна сумме емкостей соединенных конденсаторов. При параллельном соединении емкость увеличивается. В случае одинаковых конденсаторов  $C = n \cdot C_x$ , где  $n$  – число конденсаторов,  $C_x$  – емкость одного конденсатора,  $C$  – емкость батареи конденсаторов.

12. При *последовательном* соединении емкость уменьшается:

$1/C = 1/C_1 + 1/C_2$ ,  $C = C_x / n$ , где  $n$  – число одинаковых конденсаторов.

13. При нестандартных (на первый взгляд) соединениях конденсаторов или сопротивлений найди точки равного потенциала.

Это позволяет преобразовать соединение, получить систему стандартных ситуаций.

14. Введение бесконечно тонкой металлической пластины между обкладками плоского конденсатора его емкость не изменяет.

15. Разность потенциалов на обкладках конденсатора, подключенного к источнику тока, равна его ЭДС при любом перемещении обкладок.

16. Металлические полости экранируют только от полей внешних зарядов.

17. При соединении нескольких заряженных проводников заряды перемещаются до тех пор, пока их потенциалы не выровняются. Заземление – это способ создания области (области занятой проводником) равного и постоянного потенциала, потенциала Земли, на практике принимаемого за нуль.

18. Есть электростатическая и электромагнитная индукции. Первое – это наведение зарядов в проводниках под действием электростатического поля, второе – это создание тока в замкнутом проводнике под действием переменного магнитного поля.

19. Диполь – это совокупность двух равных по величине, противоположных по знаку точечных зарядов расположенных на некотором расстоянии  $l$  друг от друга. Силовые линии идут от плюса к минусу, плечо диполя – направленный отрезок  $l$  в сторону от отрицательного заряда к положительному..

20. Электрический момент диполя  $p = ql$  стремится повернуть диполь вдоль силовых линий.

21. Поляризация – наведение связанных зарядов в диэлектрике под действием электрического поля. Есть дипольная, электронная и ионная поляризации.

22. Электрическое поле в диэлектрике ослабевает.

23. Энергия системы точечных зарядов, конденсатора, проводника определяется той работой, которую способно совершить их электрическое поле. Она определяется схожими выражениями:

$$W = \frac{q\varphi}{2}, \quad W = \frac{qU}{2}, \quad W = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i$$

24. Плотность

вещества	$\rho = m/V$
поверхностная заряда	$\sigma = q/S$
тока	$j = I/S$

Плотность – это физическая величина равная отношению двух величин. В числителе названная величина: энергия, сила тока, заряд.

25. Удельная величина – это какая-то величина, приходящаяся на единицу чего-либо: массы и изменения температуры, длины и сечения проводника,

- удельная теплоемкость  $c = Q / m\Delta T$ ,
- удельная теплота плавления  $\lambda = Q / m$ ,
- удельная теплота парообразования  $L = Q / m$ ,
- удельная теплота сгорания  $q = Q / m$ ,
- удельная энергия связи  $w = W / A$ ,
- удельное сопротивление  $\rho = R \cdot S / l$ .

26. Скорость изменения величины – это величина, приходящаяся на единицу времени

- скорость движения  $v = \Delta x / \Delta t$ ,
- скорость изменения тока -  $\Delta I / \Delta t$ ,
- скорость изменения магнитного потока -  $\Delta \Phi / \Delta t$ .

27. Электрический ток – это поток заряженных частиц. Его параметры: сила и плотность тока. Сила тока – алгебраическая величина, плотность тока – вектор, совпадающий по направлению с направлением движения положительных зарядов ( $j = qnv$ , если  $q > 0$ , то  $j \uparrow \uparrow v$ ).

28. Законы постоянного тока для однородного, неоднородного участков и замкнутой цепи различаются. Законы Ома определяют силу тока. Она определяется дробью, в знаменателе которой  $R$ - сопротивление.

29. Формулы, описывающие параллельное соединение конденсаторов и сопротивлений, аналогичны, за исключением суммарного значения сопротивления и емкости. Формула емкости при параллельном соединении похожа на формулу сопротивления при последовательном соединении.

30. Задачи на расчет изменения пределов измерений амперметров и вольтметров – это задачи на шунты и дополнительные сопротивления, т.е. задачи на параллельное и последовательное соединение сопротивлений.

31. Через конденсатор постоянный ток не проходит. Конденсатор в цепях постоянного тока, при разности потенциалов на участке подключения, - это заряженный конденсатор.

32. Закон Джоуля-Ленца – это закон о теплоте, выделяемой при прохождении тока. Она тем больше, чем больше сила тока, сопротивление его движению ( $R$ ) и время течения тока через данный участок.

Закон Джоуля-Ленца в виде  $Q = I^2 R \Delta t$  работает для постоянного тока и сопротивления в любой стандартной ситуации.

33. Есть полная мощность, есть полезная и бесполезная мощности. Бесполезная мощность – это та, которая выделяется внутри источника и

теряется в подводящих проводах. Полезная мощность источника тока – это мощность, которая используется потребителем.

Полезная мощность максимальная при  $R = z$ .

34. КПД можно определить отношением работ, энергий, теплот и мощностей.

35. Есть электрохимический и есть химический эквиваленты. Первый входит в закон Фарадея для электролиза ( $m = kq$ ), второй определяется отношением ( $M/n$ , где  $M$  – молярная масса,  $n$  – валентность и зависит от вида химического соединения).

36. В электролитах проводимость ионная, в газах – электронно-ионная, в металлах – электронная и в полупроводниках электронно-дырочная.

37. р-и-переход открыт, если обогащается носителями тока, и закрыт, если обедняется носителями тока, сопротивление перехода увеличивается, ток уменьшается.

38. Донорные примеси дают лишний электрон, поэтому создают электронную проводимость. Акцепторные примеси забирают электрон (образуются лишние дырки), поэтому создают дырочную проводимость.

39. Признак последовательного соединения сопротивлений, конденсаторов, источников тока – поток силовых линий электрического поля, который, при мысленном подключении соединения к какому-либо источнику тока, не разветвляется. Наличие разветвлений потока силовых линий указывает на параллельное или иное соединение. Необходимое, но не достаточное условие.

40. Направление магнитного момента и индукции определяются правилом буравчика. Вращение по току. Если ток линейный, то для определения вектора индукции мысленно дополните его до контура, чтобы исследуемая точка оказалась внутри контура. Направление индукции и магнитного момента указывает поступательное движение буравчика.

41. Значение индукции магнитного поля можно получить с помощью силы Ампера, силы Лоренца или момента силы, действующего на рамку с током. Эти выражения можно записать в виде векторного произведения. Поэтому их модули определяются через  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между векторами.

Эти величины перпендикулярны векторам в правой части и удовлетворяют правилу левой руки, четыре пальца располагают по направлению тока или магнитного момента.

42. Работу, магнитный поток можно записать в виде скалярного произведения. Поэтому они содержат  $\cos \alpha$ .

43. Силовые линии магнитного поля – замкнутые линии. В случае постоянных магнитов, за их пределами, они выходят из северного и входят в южный магнитный полюс.

44. Магниты одноименными полюсами, как и одноименные заряды, отталкиваются.

45.  $\mu$  - магнитная проницаемость, показывает во сколько раз индукция магнитного поля в веществе  $B$  больше, чем в вакууме,  $\mu = B / B_0$ ,

$\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость среды, обратное отношение,

$$\varepsilon = E_0 / E.$$

$\mu > 1$  – у ферромагнетиков,  $\mu > 1$  – у парамагнетиков,  $\mu < 1$  – у диамагнетиков;  $\varepsilon \geq 1$  всегда

46. Для вектора индукции магнитного поля, как и для вектора  $E$ , имеет место принцип суперпозиции полей.

47. Если индукция магнитного поля – физическая величина, то электромагнитная индукция – явление.

48. Электромагнитная индукция подчиняется закону Фарадея и правилу Ленца. Закон Фарадея – закон об ЭДС индукции в контуре, правило Ленца – положение о направлении индукционного тока в этом контуре.

49. Суть закона Фарадея  $E_i = -\Delta\Phi/\Delta t$ .

Суть правила Ленца –  $B_i$  (индукция магнитного поля индукционного тока) всегда компенсирует изменение магнитного потока, т.е. при его возрастании  $B \uparrow \downarrow B_i$ , при уменьшении  $B \downarrow \uparrow B_i$ ).

50. Самоиндукция – частный случай электромагнитной индукции, когда ЭДС возникает под действием собственного изменяющегося магнитного поля.

51. ЭДС самоиндукции и индукции (в случае неподвижного контура) – результат действия вихревого электрического поля. Когда контур движется, причина ЭДС индукции – сила Лоренца. Ее работа в этом случае отлична от нуля.

52. Действие силы Лоренца на свободный отдельный заряд и на заряды в движущемся проводнике различное. Под действием силы Лоренца траектория движения свободного заряда становится криволинейной (окружность, винтовая и т.д.).

53. Формула энергии магнитного поля аналогична формуле кинетической энергии.

54. Земля – магнитный диполь. Вне Земли силовые линии магнитного поля идут на север. Южный магнитный полюс находится в Канадском архипелаге, северный в Антарктиде. Магнитная ось Земли наклонена к оси вращения под углом  $11,5^\circ$ , смещена относительно центра Земли в сторону Тихого океана на 400 км.

### Литература.

1. Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. Физика в примерах и задачах. – Наука, 1989.

2. С.Н. Борисов, Л.А. Корнеева. Пособие для интенсивной подготовки к экзамену по физике. – М.: Вако. 2005.

3. В.А. Буров, А.И. Иванов, В.И. Свиридов. Фронтальные экспериментальные задания по физике. – М.: Просвещение. 1987.

4. С.В. Громов. Физика-10,11. – М.: Просвещение. 2003.

5. Н.И. Гольдфарб. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Высшая школа. 1969.

6. С.Е. Каменецкий, В.П. Орехов. Методика решения задач по физике в средней школе. – М.: Просвещение. 1971.

7. В.К. Кобушкин. Методика решения задач по физике. – Издательство Ленинградского университета. 1972.

8. В.А. Орлов, Ю.А. Сауров. Методы решения физических задач. Элективный курс. Идеи и решения. Интернет

9. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике. – М.: Просвещение. 1972.

10. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к единому государственному экзамену. – Интеллект-центр. 2004.

11. Журнал «Физика в школе».

#### **Рекомендованная литература для учащихся.**

1. Б.Ф.Абросимов. Физика. Способы и методы решения задач. Экзамен. – М. 2005.

2. Л.П. Баканин, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел и др. Сборник задач по физике. – М.: Наука. 1975.

3. С.Н. Борисов, Л.А. Корнеева. Пособие для интенсивной подготовки к экзамену по физике. – М.: Вако. 2005.

4. Н.И. Гольдфарб. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Высшая школа. 1969.

5. В.П. Демкович, Л.П. Демкович. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение. 1981.

6. Б.Ю. Коган. Задачи по физике. – М.: Просвещение. 1971.

7. А.П. Рымкевич. Сборник задач по физике. М.: Просвещение. 1992.

8. Ю.Г. Павленко. Тест-Физика. Экзамен. – М. 2004.

9. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике. – М.: Просвещение. 1972.

10. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к единому государственному экзамену. Интеллект-центр. 2004.