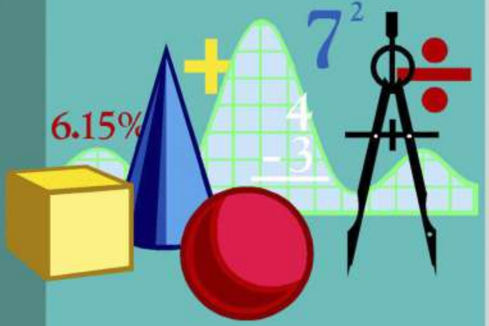
Министерство образования и науки Хабаровского края

Краевое государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования
«Центр развития творчества детей
(Региональный модельный центр дополнительного образования детей Хабаровского края)»

Центр технического творчества

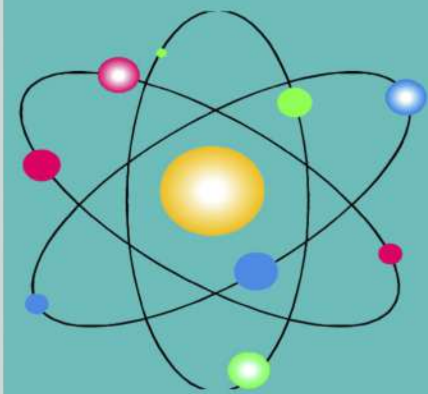
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Математика



Информатика

Физика



в образовательных организациях
Хабаровского края

МИФ

№ 3 (15) 2020 г.

г. Хабаровск
2020 г.

Печатается по решению
научно-методического совета
КГАОУ ДО РМЦ
Протокол № 1 от 21.01.2020 г.

МИФ: математика, информатика, физика в образовательных организациях Хабаровского края. Методические рекомендации / Сост. К.В. Дерунец – Хабаровск: КГАОУ ДО РМЦ, 2020. – 36 с.

В методических рекомендациях представлены статьи по математике, информатике и физике.

Данный материал будет полезен обучающимся, учителям общеобразовательных организаций, педагогам дополнительного образования, работающим по дополнительным общеобразовательным программам физико-математического направления.

Ответственный редактор: С.В. Еращенко
Ответственный за выпуск: О.А. Наумова
Компьютерная вёрстка: В.Д. Шабалдина

Научные консультанты:

по математике: Жулидова Ю.В., старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ;

по информатике: Редько Е.А., старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ;

по физике: Горбанева Л.В., старший преподаватель кафедры физика ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ.

Содержание

Введение

В сборнике представлены статьи по физике, математике и информатике.

Данный материал будет полезен для педагогов физико-математического направления и учащимся, углубленно изучающим физику, математику и информатику.

Одной из основных методических линий в курсе математики является линия обучения учащихся умению решать текстовые задачи. Реализуется эта линия с помощью специально сконструированной системы заданий. Выполняя эти задания, учащиеся могут увидеть, как то или иное математическое действие используется при разборе конкретных практических ситуаций. Разумеется, такая работа учащихся предполагает и привлечение их опыта, накопленного в начальной школе и в среднем звене. В статье старшего преподаватель кафедры математики и информационных технологий Жулидовой Ю.В. раскрываются методы решения текстовых задач.

В своей статье старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий Педагогического института ТОГУ Е.А. Редько рассмотрела последовательно задачи, позволяющие получить различные формы записи числа (в той или иной системе счисления), начиная с задачи, в которой никакого перевода осуществлять не надо.

Экспериментальная физика — увлекательная наука. Чем раньше человек научится проводить физические эксперименты, тем раньше он может надеяться стать искусным физиком-экспериментатором. Старший преподаватель кафедры физика ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ Л.В. Горбанева в своей статье предлагает вниманию методические указания и рекомендации по решению экспериментальных задач.

Все статьи сборника направлены на решение цели — развитие навыка математически исследовать явления реального мира и формирование логического мышления.

МАТЕМАТИКА

Ю.В. Жулидова,
старший преподаватель кафедры математики и ИТ
ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ
В.В. Могорычева,
студент гр. ПОМИ(аб)з-51
ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ

Об одном из подходов к решению текстовых задач

Введение

Одной из основных методических линий в курсе математики является линия обучения учащихся умению решать текстовые задачи. Реализуется эта линия с помощью специально сконструированной системы заданий. Выполняя эти задания, учащиеся могут увидеть, как то или иное математическое действие используется при разборе конкретных практических ситуаций. Разумеется, такая работа учеников предполагает и привлечение их опыта, накопленного в начальной школе и в среднем звене.

Любая задача представляет собой требование или вопрос, на который надо ответить, опираясь и учитывая те условия, которые указаны в задаче. Следует учесть, что научиться решать задачи учащиеся смогут, лишь решая их.

Что важно и неважно в текстовых задачах

Известно, что решение текстовых задач представляет большие трудности для учащихся.

В тексте важно все: и действующие лица, и их действия, и числовые характеристики. При работе с математической моделью задачи (числовым выражением или уравнением) часть этих деталей опускается. Надо именно и научить умению абстрагироваться от некоторых свойств и использовать другие. Умение ориентироваться в тексте математической задачи — важный результат и важное условие общего развития учащегося.

Формированию умений находить слова, определяющие способ решения задачи, находить существенные связи, отвлекаться от сюжетных подробностей способствует такой приём, как изменение числовых данных задачи, математических и сюжетных связей.

Таким образом, формирование умений выделять условие и вопрос задачи предполагает, прежде всего, воспитание потребности выделять условие и вопрос задачи. Это может осуществляться в процессе нахождения необходимых данных для ответа на вопрос задачи, формулирования всевозможных вопросов к условию задачи, составления задачи по её вопросу.

Особенностью текстовых задач является то, что они увязывают упрощённое описание действительности и её математической модели. В процессе решения текстовых задач у учащихся формируется умение моделировать реальные объекты и явления.

Среди различных сюжетных линий особые трудности у учащихся вызывают задачи на совместную работу, на движение и на смеси и сплавы. При построении математической модели задач такого типа возникают сложности с установлением взаимосвязей между заданными в условии величинами. Учащиеся далеко не во всех случаях ясно понимают суть и природу таких связей. Формальное знание основной формулы, например, что скорость есть отношение пройденного пути ко времени его прохождения, не позволяет её использовать во всех встречающихся в задачах ситуациях.

Как следствие, возникают затруднения при выборе неизвестных величин, выражении одних неизвестных через другие величины (известные и неизвестные). В конечном итоге учащиеся не могут составить уравнение или систему уравнений, приводящую к решению задачи. А именно эти этапы в решении текстовых задач в большей степени способствует развитию мышления учащихся.

Для более ясного понимания учащимися особенностей математических моделей, встречающихся при решении задач, в учебном процессе достаточно часто использую специальные схемы, графики, таблицы. Их применение позволяет более наглядно выявить взаимосвязи между отдельными элементами, представить их в удобной для восприятия и запоминания форме.

Методические рекомендации по работе над задачей

При решении задачи основная трудность состоит не в выполнении арифметических действий, а в переводе текста задачи с литературного языка на математический язык. Чтобы осуществить такой переход необходимо:

1) чётко представить, о каких величинах идёт речь в задаче. Некоторые из них могут быть заданы неявно (подразумеваться),

2) все сравнения типа выше – ниже, дороже – дешевле, быстрее – медленнее и т.п. заменить только двумя понятиями: больше или меньше,

3) установить все связи между величинами,

4) знать, какой связи между величинами какое арифметическое действие соответствует.

При работе с текстом также могут помочь следующие вопросы:

- О каком процессе идёт речь, и какими величинами он характеризуется?
- Сколько этапов содержит данный процесс или сколько объектов в нём участвует?
- Какие величины известны, и что нужно найти?
- Как связаны величины в задаче?

После разбора текста задачи можно переходить к составлению и решению уравнения. Но не спешим! До составления уравнения приводим (если это необходимо) все величины задачи к единым единицам измерения.

Если краткое условие записано грамотно и понятно, то составить уравнение очень легко, нужно только понять, что требуется — сложить некоторые величины (выраженные через x или другие неизвестные), чтобы получить данную в тексте суммарную величину или вычесть из одной величину другую, если в тексте дана разница между ними. Результатом решения уравнения является нахождение неизвестной или нескольких неизвестных. Далее выполните отбор корней.

Но и с ответом так же не следует торопиться. Некоторые учащиеся пишут, не думая, в ответ то число, которое они нашли в процессе решения уравнения, но это не всегда правильно. Иногда требуется провести дополнительные расчёты, чтобы получить именно то, о чём спрашивается в задаче.

Итак, решение текстовой задачи включает четыре этапа, каждый из которых состоит из нескольких логически связанных действий.

1 этап. Анализ условия задачи

Читаем текст задачи и отвечаем на вопросы в данной последовательности:

- О каком процессе идет речь?
- Какие величины участвуют в процессе?
- Сколько процессов в сюжете задачи?
- Какие величины известны, какие неизвестны?
- Что требуется найти?

Необходимо и полезно записать краткое условие задачи, сделать рисунок (если он необходим), проговорить текст задачи своим языком, переводя условие на язык математики.

2 этап. Поиск решения

- Определим, какой формулой связаны участвующие в данном процессе величины
- Выбираем метод решения задачи:
  - *Арифметический* (по действиям), если выбран данный способ решения задачи, то продумываем последовательность действий.
  - *Алгебраический* (с помощью уравнений), если выбран этот способ решения задачи, то продумываем, какую величину или несколько величин обозначит буквами и какие условия использовать для составления уравнений. Необходимо также рассмотреть разные варианты, то есть несколько способов решения задач.
  - *Комбинированный,* продумать порядок действий для решения задачи.

3 этап. Решение

На данном этапе реализуем намеченный план во 2 этапе.

- Если выбран *арифметический* способ решения, то выполним последовательно необходимые действия.
- Если выбран *алгебраический* способ решения, то поступим следующим образом:
  - обозначим за x одну из неизвестных величин,
  - выразим через x другие величины, необходимые для составления уравнения, используя условие задачи и формулы, описывающие указанные в задаче процессы,
  - используя выбранные на 2 этапе условия, составим уравнение.

Прежде чем решать полученное уравнение, полезно будет ответить на вопросы:

– легко ли решать полученное уравнение,

– нельзя ли получить более простое уравнение, если обозначить за x другую величину или использовать для составления уравнения другое условие,

– решим полученное уравнение,

– ответим на вопрос данной задачи.

Часто решение оказывается проще, если ввести несколько неизвестных и составить несколько уравнений, соответствующих каждому логическому блоку задачи (каждому процессу в условии задачи). Такие уравнения, как правило, оказываются простыми. Решая полученную систему уравнений, ответим на вопрос задачи.

4 этап. Анализ полученного результата

Проверка задачи выполняется различными способами. Заметим, что проверка уравнения не является проверкой задачи.

Можно подставить полученный результат в условие задачи и выполнить описанные действия.

Можно составить задачу, обратную данной и решить её.

Если полученные значения соответствуют условию, то считают, что данная задача была решена правильно.

Чаще всего достаточно обоснованно отбросить все величины, не удовлетворяющие условию задачи и здравому смыслу.

Завершая работу над задачей, обязательно записать *ответ*.

Рассмотрим пример решения текстовой задачи на движение.

Задача. *Моторная лодка прошла против течения реки 60 км и вернулась в пункт отправления, затратив на обратный путь на 45 минут меньше. Найдите скорость лодки в неподвижной воде, если скорость течения равна 2 км/ч. Ответ дайте в км/ч.*

Решение

Анализ условия задачи

Из условия задачи выделяем, что речь идёт о моторной лодке, которая движется по реке по течению и против течения. При этом по течению и против течения лодка проходит одно и то же расстояние, т. к. в условии сказано, что лодка вернулась в пункт отправления.

Занесём эти данные в таблицу:

Показатель / Направление движения	Пройденный путь (S)	Скорость (V)	Время (t)
Против течения	60		
По течению	60		

Так же в условии задачи дана скорость течения реки, и мы знаем, что когда лодка движется против течения реки, то её скорость станет меньше, а когда по течению — её скорость увеличится, при этом затратив времени на 45 минут меньше.

А найти необходимо скорость лодки в неподвижной воде, т. е. собственную скорость лодки.

Поиск решения

Решим задачу аналитическим способом.

Т. к. в задаче необходимо найти только одну величину — скорость лодки в неподвижной воде — е ё и обозначим за переменную x.

Итак, примем за x км/ч скорость лодки в неподвижной воде. Тогда её скорость по течению реки будет составлять $x+2$ км/ч, а против течения — $(x-2)$ км/ч. Для более наглядного представления условий задачи составим таблицу, определяющую соотношения между скоростью, пройденным расстоянием и затраченным временем.

Показатель / Направление движения	Пройденный путь (S)	Скорость (V)	Время (t)
Против течения	60	x-2	$\frac{60}{x-2}$
По течению	60	x+2	$\frac{60}{x+2}$

Зная, что на обратный путь лодка потратила на 45 минут меньше, можем составить уравнение, учитывая, что 45 минут составляют 0,75 часа:

$$\frac{60}{x-2}-\frac{60}{x+2}=0{,}75.$$

Решение

Для решения данного дробно-рационального уравнения перенесём все его члены в одну часть, приведём к общему знаменателю и найдем дополнительные множители. В результате уравнение принимает следующий вид:

$$\frac{60(x+2)-60(x-2)-0{,}75(x+2)(x-2)}{(x+2)(x-2)}=0.$$

Дробь будет равна нулю, когда числитель равен нулю, а знаменатель при таком условии отличен от нуля. В результате исходное уравнение преобразуется к следующему виду: $240-0{,}75(x^2-4)=0$, которое должно выполнятся при условии, что $(x+2)(x-2)\neq 0$.

Из последнего условия получаем, что $x\neq 2$ и $x\neq -2$.

Решим уравнение: $240-0{,}75(x^2-4)=0$.

$0{,}75(x^2-4)=240$ или $x^2-4=320$, откуда получаем, что $x_1=18$ и $x_2=-18$.

Анализ полученного результата

Так как в качестве переменной x была выбрана скорость движения лодки, то делаем вывод, что величина x не может быть отрицательной, так как скорость движения не может выражаться отрицательным числом. В таком случае корень $x_2 = -18$ представляет собой постороннее решение. Окончательно — скорость лодки составляет 18 км/ч.

Ответ: 18 км/ч.

Заключение

Особенности способа решения задач, усвоенного учащимися в процессе обучения, могут быть раскрыты через выделение ряда показателей, наиболее существенным, из которых являются: полнота предварительного семантического анализа текста задачи; наличие взаимосвязанных переходов от одного этапа решения к последующему, представляющих собой некоторое целостное образование.

Обучение решению текстовых задач в курсе математики выполняет свою развивающую роль, прежде всего через формирование умения действовать со знаковыми замещениями реальных ситуаций, переводить их в знаковые образования иного рода и использовать при этом переводе (как его средство) выделение основных математических отношений.

Список используемых источников

1. Захарова А.Е. Диалог в ходе решения задач на движение //Математика в школе, № 5, 2003.

2. Колягин Ю.М. Задачи в обучении математике. В двух частях. Математические задачи как средство обучения и развития учащихся. – М.: Просвещение, 1977. – 108 с.

3. Лахова Н.В. Алгебра за 7 занятий: учебное пособие для общеобразоват. организаций. – М.: Просвещение, 2020. – 160 с.

4. Фридман Л.М. Как научиться решать задачи: Беседы о решении математических задач. Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1986.

5. Шевкин А.В. Текстовые задачи в школьном курсе математики. 5–11 классы. – М.: ИЛЕКСА, 2019 – 246 с.

6. Эрдниев П.М. Преподавание математики в школе: Из опыта обучения методом укрупнения упражнений.– М.: Просвещение, 1996. – 304 с.

ИНФОРМАТИКА

Е.А. Редько,
старший преподаватель
кафедры математики и информационных технологий
ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ

Алгоритм перевода десятичных чисел в произвольную систему счисления

В школьном курсе информатики вы знакомитесь с понятиями «система счисления», «алфавит системы счисления», «основание системы счисления», «разряд в записи числа», с различной формой записи чисел, с алгоритмами перевода чисел из одной системы счисления в другую. Выполнять перевод чисел между различными системами счисления в рамках обычного школьного курса вам предлагают в тетради — «ручным» способом, реализуя все операции под контролем своего интеллекта.

Однако задача перевода числа между различными системами счисления носит чисто «механистический» характер. Её алгоритм детерминирован, а значит, может быть реализован в виде программы для вычислительной машины.

Рассмотрим последовательно задачи, позволяющие получить различные формы записи числа (в той или иной системе счисления). Начнём с задачи, в которой никакого перевода осуществлять не надо.

Задача 1. Дано целое неотрицательное число N в десятичной системе счисления. Вывести на экран все цифры этого числа, разделяя их пробелом.

Решение

1) Вспомним операцию целочисленного деления. Результатами деления с остатком являются *два целых числа*: целая часть и остаток от деления. Именно поэтому в языках программирования предусмотрены две операции, связанные с делением. В частности, в языке C/C++ целая часть от деления может быть получена с помощью операции /, а остаток от деления — с помощью операции %.

2) Далее заметим, что легче всего «отделить» самую младшую цифру числа, как результат операции N % 10. Получив значение младшей цифры, можем вывести его на экран. И далее имеет смысл эту цифру «отбросить» (она свою работу сделала) — разделить исходное число нацело на 10 (N = N / 10).

Примечание: опытные программисты используют сокращённую форму оператора присваивания в том случае, если имя переменной повторяется и слева, и справа от знака присваивания. В случае с делением на 10 сокращённая форма записи имеет вид N /= 10.

3) Осталось грамотно организовать цикл, в котором будут повторяться действия, описанные в пункте 2. До каких пор мы можем «отбрасывать» цифры числа? Конечно, пока не дойдём до самой старшей цифры. Когда и она будет

выведена на экран, выполнится последнее деление N = N / 10. А так как в N хранилась цифра, или, другими словами, однозначное число, то результат деления на 10 будет равен нулю.

Листинг программы 1

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
   int n;
   cin >> n;
   while (n > 0)
   {
      cout << n%10 << " ";
      n /= 10;
   }
   return 0;
}
```

Результат работы программы проверим для числа N = 38746 (рис. 1).

Рисунок 1. Иллюстрация работы программы к задаче 1

Как мы видим, программа вывела цифры числа, но сделала это в обратном порядке. Это вполне логично, ведь мы и начинали с самой младшей цифры, продвигаясь по числу справа налево.

Задача 2. Дано целое неотрицательное число N в десятичной системе счисления. Вывести на экран все цифры этого числа *от старшей к младшей* (или слева направо, как и читаем число), разделяя их пробелом.

Решение

Есть два варианта решения этой задачи.

Первый вариант требует организации рекурсивной функции (подходит для тех, кто уже изучил тему «Рекурсия»).

Листинг программы 2(а)

```
#include <iostream>
using namespace std;
void print_digits(int x)
{
   if (x>0)
   {
      print_digits(x/10);
      cout << x%10 << " ";
   }
}
int main()
{
   int n;
   cin>>n;
   print_digits(n);
   return 0;
}
```

Проверим рекурсивный вариант решения задачи для числа N = 38746 (рис. 2).

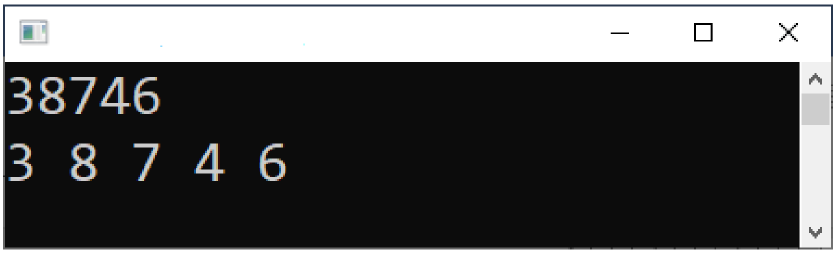


Рисунок 2. Вывод на экран цифр числа с помощью рекурсивной функции

Второй вариант

Идея решения проста, но требует вспомогательных средств, а именно — некоторой структуры данных, которая будет хранить цифры, прежде чем мы выведем их на экран. В качестве такой вспомогательной структуры данных можно использовать массив, строку, стек.

Используя тот же цикл, что и в программе решения задачи 1, будем последовательно отделять цифры числа, начиная с младшей, и сохранять их в структуре данных. Тогда, в результате работы цикла мы получим массив/строку/стек цифр. Остаётся только вывести их в обратном порядке. И именно стек имеет в данном случае преимущество при выборе структуры данных, ведь принцип, по которому он построен — «Последний пришёл, первый вышел».

Листинг программы 2(б)

```
#include <iostream>
#include <stack>
using namespace std;
int main()
{
   int n, d=10;
   stack<int> digits;
   cin>>n;
   while (n>0)
   {
      digits.push(n%d);
      n/=d;
   }
   while (!digits.empty())
   {
      cout<<digits.top()<<" ";
      digits.pop();
   }
   return 0;
}
```

Результат работы этой программы будет абсолютно таким же, как и в случае с программой 2(а).

Обратите внимание, что в программе 2(б) мы не использовали в операциях целочисленного деления константу 10, а ввели переменную *d*, значение которой равно 10, и все необходимые операции выполняли уже с этой переменной: n%d, n/=d. Именно этот приём позволит нам далее реализовывать алгоритмы перевода десятичного числа в произвольную систему счисления.

Действительно, придавая переменной d различные значения (уже отличные от 10), мы будем получать в качестве результата работы программы запись числа в новой системе счисления.

Примечание (словесный алгоритм перевода десятичного числа в систему счисления с основанием d): для перевода десятичного числа в систему счисления с *основанием d нужно делить это число на d, фиксируя остаток на каждом шаге, пока не получится ноль. Затем выписать найденные остатки в обратном порядке.*

Задача 3. Дано целое неотрицательное число N в десятичной системе счисления и d — основание новой системы счисления. Вывести на экран запись числа N в системе счисления с основанием d.

Листинг программы 3

```
#include <iostream>
#include <stack>
using namespace std;
int main()
{
   int n, d;
   stack<int> digits;
   cin>>n>>d;
   while (n>0)
   {
      digits.push(n%d);
      n/=d;
   }
   while (!digits.empty())
   {
      cout<<digits.top();
      digits.pop();
   }
   return 0;
}
```

Покажем несколько примеров работы программы (рис. 3–5).

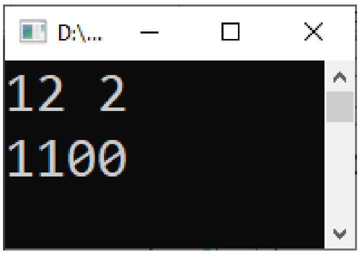


Рисунок 3. Результат перевода числа 12 в двоичную систему счисления равен 1100

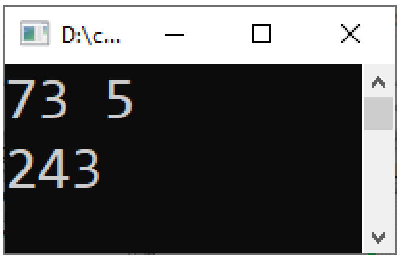


Рисунок 4. Результат перевода числа 73 в пятеричную систему счисления равен 243

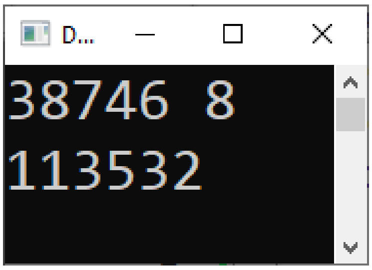


Рисунок 5. Результат перевода числа 38746 в восьмеричную систему счисления равен 113532

Задачи для самостоятельного решения

(взяты из архива задач сайта «Школа программиста»)

1. Найдите количество единиц в двоичной записи заданного числа N (задача № 22, «Единицы»).
2. Задано натуральное число n. Необходимо перевести его в k-ичную систему счисления ($2 \leq k \leq 10$) и найти разность между произведением и суммой его цифр в этой системе счисления (задача № 59, «Несложное вычисление»).
3. Напомним, что палиндромом называется строка, одинаково читающаяся с обеих сторон. Например, строка «ABBA» является палиндромом, а строка «ABC» – нет. Необходимо определить, в каких системах счисления с основанием от 2 до 36 представление заданного числа N является палиндромом. В системах счисления с основанием большим 10 в качестве цифр используются буквы английского алфавита: A, B, ..., Z. Например, $A_{11} = 10_{10}$, $Z_{36} = 35_{10}$ (задача № 173, «Число-палиндром»).
4. Известно, что основанием позиционной системы счисления называют количество различных символов, используемых для записи чисел в данной системе счисления.

Также известно, что любое число x в b-ичной системе счисления имеет вид $x = a_0 \cdot b^0 + a_1 \cdot b^1 + \cdots + a_n \cdot b^n$, где $b \geq 2$ и $0 \leq a_i < b$.

Для записи чисел в b-ичной системе счисления, где $b \leq 36$, могут быть использованы первые b символов из следующего списка 0, 1,…, 9, A, B, …, Z. Например, для записи чисел в троичной систему используются символы 0, 1, 2, а в двенадцатеричной – 0,1,…, 9, A, B.

Требуется написать программу, которая по входной строке S определит, является ли данная строка записью числа в системе счисления, с основанием не большим 36, и, если является, определит минимальное основание этой системы счисления (задача № 315, «Наименьшая система счисления»).

5. Целое положительное число m записывается в двоичной системе счисления, разряды (в этой записи) переставляются в обратном порядке и число переводится в десятичную систему счисления. Получившееся число принимается

за значение функции $B(m)$. Требуется написать программу, которая для заданного m вычислит $B(m)$ (задача № 542, «Бит-реверс»).

Уравновешенная троичная система счисления

Имея навык работы с числами в двоичной или восьмеричной системе счисления нетрудно оперировать и значениями в троичной системе счисления с привычным алфавитом A={0, 1, 2}.

Но более широкое применение на практике имеет троичная система счисления, которую называют уравновешенной или симметричной.

Уравновешенная троичная система счисления использует следующие три знака в алфавите (таблица 1).

Таблица 1. Цифры уравновешенной троичной системы счисления

Знак (цифра)	**Значение**
$\bar{1}$ или –	–1
0	0
1 или +	1

Приведём примеры чисел и их записи в такой системе счисления:

$$46_{10} = 1\bar{1}\,\bar{1}01\ (\text{или} + - - 0 +) = 1\cdot 3^4 - 1\cdot 3^3 - 1\cdot 3^2 + 0\cdot 3^1 + 1\cdot 3^0 == 81 - 27 - 9 + 1$$

$$182_{10} = 1\bar{1}\ 1\bar{1}1\bar{1}(\text{или} + - + - + -) == 1\cdot 3^5 - 1\cdot 3^4 + 1\cdot 3^3 - 1\cdot 3^2 + 1\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0 =$$
$$= 243 - 81 + 27 - 9 + 3 - 1$$

Первым описал такой способ представления чисел в 1811 г. английский математик Питер Барлоу (1776–1862 гг.), показав в одном из примеров, что десятичное число 716 в троичной системе будет равно 3^6–(3^2 +3+1) [5]. Если ввести обозначение $\bar{1}$ вместо –1 (правда, сам Барлоу этого не сделал), то последняя запись примет вид $(1000\bar{1}\,\bar{1}\,\bar{1})_3$.

В 1840 г. французский инженер и изобретатель аналоговых счётных инструментов Леон Лаланн (1811–1892 гг.), развивая идею Коши, опубликовал описание **уравновешенной** (или **симметричной**) **троичной системы** [5], в которой имелись только три цифры.

Задание № 1 для самостоятельного решения

Выполните перевод из уравновешенной троичной системы счисления в десятичную чисел: $1\,\bar{1}\,0\,0\,\bar{1}$ и $\bar{1}\,0\,1\,0\,\bar{1}$.

Дополнительный материал

После Лаланна уравновешенная троичная система практически не привлекала внимания учёных [5]. Во второй половине 1940-х гг. на смену ранним механическим и электромеханическим вычислительным устройствам, основанным на десятичной системе счисления, стали приходить электронные компьютеры, и на авансцену вышла двоичная система счисления. Её использование для тогдашней элементной базы являлось наиболее естественным, однако некоторое время в качестве альтернативы десятичной всерьёз рассматривалась также и уравновешенная троичная система. Например, о ней известный американский специалист Герберт Грош (р. 1918) вспоминает, как однажды в 1949 г. в разговоре с главным конструктором компьютера «Whirlwind» и изобретателем памяти на ферритовых сердечниках Джеем Форрестером (р. 1918) сказал, что по-настоящему серьёзного прорыва можно было бы добиться, храня в каждом сердечнике один троичный разряд, и ведя вычисления не в двоичной, а в уравновешенной троичной системе. В 1950 г. о троичной системе писал создатель теории информации Клод Шеннон (1916–2001 гг.). Причина этого интереса понятна. Мы увидим, что арифметические операции над числами, записанными в этой системе, выполняются очень просто. Но она обладает и другими достоинствами: запись числа в ней существенно короче, чем при использовании двоичной системы (требуется лишь 63% позиций), нет необходимости использовать специальный знаковый разряд. Кроме того, значительно упрощается схемная реализация арифметики, поскольку отпадает необходимость анализировать знаки операндов.

Дональд Кнут писал в 1969 г., что время троичной арифметики в компьютере наступит в будущем, если удастся заменить триггер, позволяющий хранить один бит информации, элементом, позволяющим хранить один трит. Однако, как теперь хорошо известно, задолго до выхода его книги уравновешенная троичная система счисления уже была успешно применена в крайне интересной и оригинальной отечественной разработке. Речь идёт об ЭВМ «Сетунь», которая была создана в Вычислительном центре МГУ в 1959 г. Н.П. Брусенцовым. Начиная с 1962 г. машина выпускалась серийно, и за три года были изготовлены около 50 экземпляров.

Схемы «Сетуни» строились на электромагнитных пороговых логических элементах, в которых входы имели положительные и отрицательные веса, а значения 1, $\bar{1}$ и 0 соответствовали положительному, отрицательному и нулевому току. Устройства «Сетуни» на базе троичной арифметики оказались не только более простыми и быстрыми, они также потребляли меньшую мощность, чем двоичные устройства, реализованные на тех же элементах.

Это была машина с фиксированной запятой, операции с плавающей запятой реализовывались программно. Система команд насчитывала всего 24 команды (среди них три команды условного перехода и команда умножения тритов), но, используя их, можно было эффективно программировать самые разные задачи. Память была двухуровневой: оперативная память на ферритовых сердечниках объёмом 162 коротких слова (9 тритов) и основная память на магнитных барабанах объёмом 3888 коротких слов. Время выполнения сложения и вычитания составляло 180 *мкс*, а умножения — 320 *мкс*. В то время «Сетунь» превосходила другие малые машины по производительности, при этом она была значительно дешевле машин своего класса и отличалась очень высокой надёжностью. Спустя несколько лет, в 1970 г., был построен экспериментальный образец усовершенствованной машины «Сетунь 70». Она отличалась рядом интересных архитектурных особенностей, а идея применения трёхзначной логики получила в ней дальнейшее развитие.

Длительное время считалось, что проект «Сетунь» является единственным примером использования троичной системы в вычислительной технике, однако недавние архивные открытия изменили это представление. Оказалось, что первая попытка построить троичную механическую вычислительную машину была предпринята ещё в середине XIX в. [5]

Способы перевода десятичных чисел в уравновешенную троичную систему счисления

Первый способ перевода числа в уравновешенную троичную систему счисления использует в качестве промежуточного шага обычное «троичное» представление, в котором цифры 2 можно заменить, используя простое арифметическое равенство:

$$2 = 3 - 1,$$

или $2 \cdot 3^k = (3-1)\cdot 3^k = 3\cdot 3^k - 1\cdot 3^k = 3^{k+1} - 1\cdot 3^k$

Рассмотрим примеры:

1) $19_{10} = 201_3 = 2\cdot 3^2 + 0\cdot 3^1 + 1\cdot 3^0 = (1\cdot 3^3 - 1\cdot 3^2) + 0\cdot 3^1 +$
$+ 1\cdot 3^0 = 1\bar{1}01_3$

2) $59_{10} = 2012_3 = 2\cdot 3^3 + 0\cdot 3^2 + 1\cdot 3^1 + 2\cdot 3^0 = \cdots$

На первом шаге выполним преобразование коэффициента при нулевой степени:

$$\ldots = 2\cdot 3^3 + 0\cdot 3^2 + 1\cdot 3^1 + (1\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0) == 2\cdot 3^3 + 0\cdot 3^2 + 2\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0 = \cdots$$

Появилась цифра 2 при первой степени — преобразуем ее:

$$\ldots = 2\cdot 3^3 + 0\cdot 3^2 + 1\cdot 3^2 - 1\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0 == 2\cdot 3^3 + 1\cdot 3^2 - 1\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0 = \cdots$$

Осталась цифра 2 в старшей степени. Выполним последнее преобразование:

$$= 1\cdot 3^4 - 1\cdot 3^3 + 1\cdot 3^2 - 1\cdot 3^1 - 1\cdot 3^0 = 1\bar{1}1\bar{1}\bar{1}_3 = + - + - -.$$

Задание № 2 для самостоятельного решения (1 способ перевода)

Выполните перевод десятичного числа 71 в уравновешенную троичную систему счисления по схеме примера.

Способ 2. Для перевода из десятичной системы в троичную уравновешенную, можно воспользоваться следующим обобщённым алгоритмом:

1. выполняем деление в десятичной системе исходное число на 3;
2. если остаток от деления равен 2, записываем его как $\bar{1}$, а к результату от деления добавляем 1;
3. если результат меньше 2, начинаем записывать результат перевода, п.5;

4. делим результат на 3 и повторяем действия описанные в п.2, пока частное (измененное) не станет равным нулю;

5. переписываем полученные значения остатков (снизу-вверх), начиная с последнего результата деления.

Пример

Переведём по предложенному правилу число 159 в троичную симметричную систему счисления.

Таблица 2. Реализация алгоритма перевода в уравновешенную троичную систему счисления для числа 159

Частное (целая часть от деления на 3)	Остаток	Цифра	Измененное частное
$\left[\frac{159}{3}\right] = 53$	0	0	
$\left[\frac{53}{3}\right] = 17$	2	$\bar{1}$	17+1=18
$\left[\frac{18}{3}\right] = 6$	0	0	
$\left[\frac{6}{3}\right] = 2$	0	0	
$\left[\frac{2}{3}\right] = 0$	2	$\bar{1}$	0+1=1
$\left[\frac{1}{3}\right] = 0$	1	1	
Процесс завершен			

Результат: $159_{10} = 1\,\bar{1}\,0\,0\,\bar{1}\,0_3 = + - 0\,0 - 0$

Задание № 3 для самостоятельного решения

Выполните перевод десятичного числа 47 в уравновешенную троичную систему счисления по схеме примера обобщённого алгоритма.

Особые свойства уравновешенной троичной системы счисления

Свойство 1. Наличие положительной и отрицательной цифр позволяет непосредственно представлять как положительные, так и отрицательные числа. При этом нет необходимости вводить дополнительный код для выполнения арифметических операций.

Знак числа в троичной уравновешенной системе счисления определяется знаком старшей цифры числа: если она положительная, то и число положительно; если отрицательная, то и число отрицательно. Например,

$79_3 = 100\bar{1}1_3 = 3^4 - 3^1 + 1 = 81 - 3 + 1$ – число положительное.

$-79_3 = \bar{1}001\bar{1}_3 = -81+3-1$ – число отрицательное.

Очевидно, что для изменения знака числа надо изменить знаки всех его цифр (то есть инвертировать его код). Например:

$10\bar{1} = 8$

$\bar{1}01 = -8$

Можно сделать вывод, что при вычислениях на основе троичной уравновешенной системы отпадает необходимость в операции «вычитания».

Свойство 2. Таблица сложения

		$\bar{1}$	
	$1^{\bar{1}}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$
		$\bar{1}$	
			$\bar{1}$

Операция сложения всякой цифры в этой системе с нулём даёт в результате эту же цифру. Сложение 1 с $\bar{1}$ даёт ноль. И только сумма двух единиц или двух $\bar{1}$ формируется путём переноса в следующий разряд цифры того же знака, что и слагаемые, и установки в текущем разряде цифры противоположного знака.

Пример

$204 + 79 = 283$

$204_{10} = 10\bar{1}\bar{1}\bar{1}0_3$

$79_{10} = 100\bar{1}1_3$

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & \bar{1} & \bar{1} & \bar{1} & 0 \\ + & 1 & 0 & 0 & \bar{1} & 1 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$101111_3 = 3^5 + 3^3 + 3^2 + 3^1 + 3^0 = 283_{10}$

Приведём **пример** сложения чисел с разными знаками 79 и –204:

$-204_{10} = \bar{1}01110$

$79 - 204 = -125$

$$\begin{array}{cccccc} \bar{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ & 1 & 0 & 0 & \bar{1} & 1 \\ \hline \bar{1} & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array}$$

$\bar{1}11101_3 = -3^5 + 3^4 + 3^3 + 3^2 + 3^0 = -125_{10}$

Задание № 4 для самостоятельного решения (на сложение)

Выполните сложение чисел: $1\bar{1}0\bar{1}\bar{1}$ и $10\bar{1}$. Результат проверьте при помощи перевода в десятичную систему счисления.

Применение троичной системы счисления к решению олимпиадных задач

Приведем формулировку **задачи на взвешивания** (№ 911) из архива задач сайта «Школа программистов» [6]:

Знаменитый химик Д. И. Менделеев, будучи директором Главной палаты мер и весов, интересовался задачей составления набора гирь, чтобы с их помощью можно было взвесить любой груз. Выяснилось, что если при взвешивании груза класть гири и на левую и на правую чашки весов, то самым удобным является набор гирь в троичной системе.

Для взвешиваний используют чашечные весы и большой набор гирь 1, 3, 9, 27, 81 грамм и т.д. (для любого $k \geq 0$ есть только одна гиря весом 3^k грамм).

На одну из чашек весов положили груз весом N грамм. Какие гири нужно положить на левую и правую чашки, чтобы их уравновесить?

Входные данные

Входной файл INPUT.TXT содержит символ C и число N, разделённые пробелом. C – символ «L» или «R», обозначающий соответственно левую или правую чашку весов, на которой лежит груз. N — масса груза в граммах ($1 \leq N \leq 10^9$).

Выходные данные

В выходной файл OUTPUT.TXT выведите две строки: первая строка должна начинаться с «L:», вторая – с «R:», после чего через пробел должны идти в порядке возрастания массы веса гирь, которые нужно положить на левую и правую чашу весов, соответственно.

Примеры

1) Для входных данных C=’L’, N=5 программа должна вывести на экран строки:

L: 1 3

R: 9

2) Для входных данных C=’R’, N=3 программа должна вывести на экран строки:

L: 3

R:

Решение

Если при взвешивании груза класть гири и на левую, и на правую чашки весов, то математически это можно представить как расстановку знаков «+» или

«-» перед числами, составляющими базис троичной системы счисления. Другими словами, взвешивание на чашечных весах с набором гирь в троичной системе счисления равносильно представлению числа (веса груза) в уравновешенной троичной системе счисления.

Необходимо реализовать алгоритм перевода десятичного числа в уравновешенную троичную систему счисления. Воспользуемся вторым способом перевода (см. Таблицу 2) и алфавитом $\{-1, 0, 1\}$.

За основу возьмём алгоритм перевода десятичного числа, приведённый в качестве решения задачи 3 (см. Листинг программы 3), и использующий стек для хранения цифр числа в новой системе счисления. Но заменим используемую структуру на массив (вектор). Это решение обосновано условием задачи — выводить веса гирь необходимо по возрастанию. Если же цифры в вектор добавлять «в конец», то самая младшая цифра займёт нулевую по индексу позицию, следующая — первую и так далее.

Тогда элементарно решается вопрос получения веса гири – это i-тая степень 3, где i – индекс цифры в массиве-векторе.

Также в программе (см. Листинг программы 3) модифицируем тело цикла, в котором формируется массив-вектор цифр числа в троичной системе счисления таким образом, чтобы учитывать остаток от деления на 3, равный 2 (см. таблицу 2). В этом случае в вектор нужно поместить цифру -1, и увеличить целую часть от деления на 1. Если же остаток от деления на 3 равен 0 или 1 (можно обозначить обе эти ситуации одним условием $n\%3 < 2$), то действия полностью совпадают с теми, которые были нами реализованы в программе к задаче 3.

После формирования вектора мы должны учесть исходное положение груза — на левой или на правой чаше.

Ситуация 1. Если груз находится на левой чаше весов, то на правую чашу необходимо размещать гири тех весов, которым соответствует цифра 1 в записи числа. При этом на левую чашу весов (к грузу) будем «ставить» гири того веса, которому соответствует цифра -1 в записи числа. Если же в записи числа встретилась цифра 0, то соответствующий вес пропускаем.

Ситуация 2. Груз находится на правой чаше весов. Тогда действия, описанные для ситуации 1 должны поменяться с точностью до наоборот. Этот момент легко учесть и не обрабатывать отдельно, если просто инвертировать все цифры числа: цифру 1 заменить на -1, а -1 заменить на 1.

Последний этап — вывод результата. Для формирования двух строк (без их предварительной записи в строку-переменную) придётся дважды «пройтись» по массиву: при первом проходе будем сравнивать значение элемента массива с -1 – если в текущей позиции i значение элемента массива равно -1, то выводим пробел и вес гири 3^i; аналогично при втором проходе (для правой чашки весов) — если в текущей позиции i значение элемента массива равно 1, то выводим пробел и вес гири 3^i.

Листинг программы:

```
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <vector>
using namespace std;
int main()
{
    int n;
    char c;
    cin>>c>>n;
    vector<int> digits; //описание вектора
    //этап 1 – перевод числа
    //в уравновешенную троичную систему счисления
    while (n>0)
    {
        if (n%3<2)
        {
            digits.push_back(n%3);
            n/=3;
        }
        else
        {
            digits.push_back(-1);
            n/=3;
            ++n;
        }
    }
    //этап 2 – инвертирование знаков числа
    //для случая, когда груз лежит в правой чашке весов
    if (c=='R')
        for (int i=0; i<digits.size(); i++)
            digits[i]*=(-1);
    //этап 3 – первый проход по массиву для вывода весов
```

```
    //тех гирь, которые лежат на левой чаше
    cout<<"L:";
    for (int i=0; i<digits.size(); i++)
      if (digits[i]==-1) cout<<" "<<pow(3,i);
    //этап 3 – второй проход по массиву для вывода весов
    //тех гирь, которые лежат на правой чаше
    cout<<endl<<"R:";
    for (int i=0; i<digits.size(); i++)
      if (digits[i]==1) cout<<" "<<pow(3,i);
    return 0;
}
```

Проверим работу программы для нескольких вариантов (рис. 6-8)

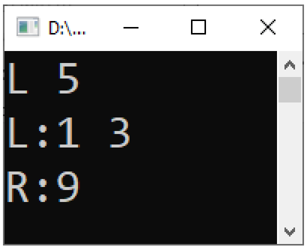


Рисунок 6. Тест 1

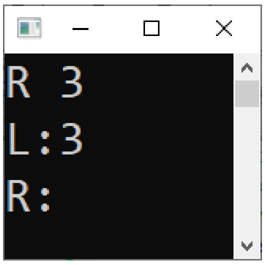


Рисунок 7. Тест 2

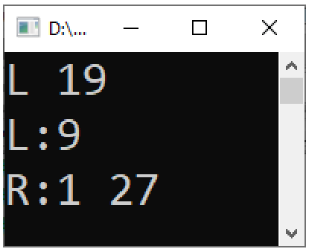


Рисунок 8. Тест 3

Конечно, эта задача имеет и другое решение, но нашей целью было в явном виде применить знания о троичной симметричной системе счисления.

Список источников

1. Беликов Д.А., Каминская Е.В. Информатика. Системы счисления: учебно-методический комплекс. [Электронный ресурс]. – Томск. – 2007. Режим доступа: https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/informatika2/ .
2. Гашков С.Б. Системы счисления и их применение // Серия: Библиотека «Математическое просвещение»). – М.: МЦНМО. – 2004. – 52 с.
3. Лапшева Л. Е., Пономаренко В.И. Системы счисления для профильной информатики // [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/842/54842/26646.
4. Фомин С. В. Системы счисления // Серия «Популярные лекции по математике». – М.: Наука. – Вып. 40. – 1987. – С.48. Режим доступа: https://math.ru/lib/plm/40.
5. Шилов В. В. Уравновешенная троичная система счисления и Томас Фаулер // Виртуальный компьютерный музей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.computer-museum.ru/precomp/fauler.htm.
6. Архив задач // «Школа программиста» – сайт Красноярского краевого Дворца пионеров. – Режим доступа: https://acmp.ru/index.asp?main=tasks.

Ключи к задачам для самостоятельного решения

Задание № 1 для самостоятельного решения

Выполните перевод из уравновешенной троичной системы счисления в десятичную чисел: $1\,\bar{1}\,0\,0\,\bar{1}$ и $\bar{1}\,0\,1\,0\,\bar{1}$

Решение:

1) $1\,\bar{1}\,0\,0\,\bar{1} = 3^4 - 3^3 - 3^0 = 81 - 27 - 1 = 53$

2) $\bar{1}\,0\,1\,0\,\bar{1} = -3^4 + 3^2 - 3^0 = -81 + 9 - 1 = -73$

Ответ: 53 и -73.

Задание № 2 для самостоятельного решения (1 способ перевода)

Выполните перевод десятичного числа 71 в уравновешенную троичную систему счисления по схеме примера.

Примечание: в качестве цифр 1 и $\bar{1}$ *можно использовать символы + и –*

Решение:

1		↑
3		
	2	

$$71_{10} = 2122_3 = 2\cdot3^3 + 1\cdot3^2 + 2\cdot3^1 + 2\cdot3^0 == 2\cdot3^3 + 1\cdot3^2 + 2\cdot3^1 + (3-1)\cdot3^0 =$$
$$= 2\cdot3^3 + 1\cdot3^2 + 3\cdot3^1 - 1\cdot3^0 = 2\cdot3^3 + 2\cdot3^2 - 1\cdot3^0 =$$
$$= 2\cdot3^3 + (3-1)\cdot3^2 - 1\cdot3^0 = 3\cdot3^3 - 1\cdot3^2 - 1\cdot3^0 == 1\cdot3^4 - 1\cdot3^2 - 1\cdot3^0$$

Ответ: $71_{10} = 10\bar{1}0\bar{1}_3 = +\,0 - 0\,-$

Задание № 3 для самостоятельного решения

Выполните перевод десятичного числа 47 в уравновешенную троичную систему счисления по схеме примера обобщенного алгоритма.

Примечание: в качестве цифр 1 и $\bar{1}$ *можно использовать символы + и –*

Решение

Частное (целая часть от деления на 3)	Остаток	Цифра	Измененное частное
$\left[\frac{47}{3}\right] = 15$	2	$\bar{1}$	15+1=16
$\left[\frac{16}{3}\right] = 5$	1	1	
$\left[\frac{5}{3}\right] = 1$	2	$\bar{1}$	1+1=2
$\left[\frac{2}{3}\right] = 0$	2	$\bar{1}$	0+1=1
$\left[\frac{1}{3}\right] = 0$	1	1	
Процесс завершен			

Ответ: $47_{10} = 1\,\bar{1}\,\bar{1}\,1\,\bar{1}_{\,3} = + - - + -$

Задание № 4 для самостоятельного решения (на сложение)

Выполните сложение чисел: $1\,\bar{1}\,0\,\bar{1}\,\bar{1}$ и $1\,0\,\bar{1}$. Результат проверьте при помощи перевода в десятичную систему счисления.

Решение

Проверка при помощи перевода в десятичную систему счисления:

1-е слагаемое: $1\,\bar{1}\,0\,\bar{1}\,\bar{1}_3 = 3^4 - 3^3 - 3^1 - 3^0 = 81 - 27 - 3 - 1 = 50_{10}$

2-е слагаемое: $1\,0\,\bar{1}_3 = 3^2 - 3^0 = 9 - 1 = 8_{10}$

Сумма 50+8=**58**.

Проверка: $1\,\bar{1}\,0\,1\,1_3 = 3^4 - 3^3 + 3^1 + 3^0 = 81 - 27 + 3 + 1 = \mathbf{58}$.

Ответ: $1\,\bar{1}\,0\,1\,1$

ФИЗИКА

Л.В. Горбанева ¸
старший преподаватель кафедры физики
ФГБОУ ВО ПИ ТОГУ

Давайте поэкспериментируем!

Физика — захватывающая наука. Наблюдения и понимание повседневных явлений природы в окружающем нас мире очень увлекательное занятие. Но большинство понятий физики носят абстрактный характер. Большинству людей абстрактные умозаключения становятся доступнее, если сначала «подержать в руках» явление, с которыми они связаны.

Физика — наука древняя. Ещё в античности были предприняты попытки объяснить явления природы, люди пытались понять, как эти явления происходят. Потом они начали нарочно вызывать различные явления, чтобы лучше наблюдать за ними. Физика началась с опытов.

Физика — одна из самых важных наук о природе. Она помогает не только хорошо понять ту или иную природу, которая уже существует, но и создать «вторую природу» — разнообразную технику.

Изучение тепловых явлений помогло создать паровую машину, двигатель внутреннего сгорания и реактивный двигатель космической ракеты. Изучение электрических и магнитных явлений помогло овладеть энергией электричества, создать электростанции, мощные электродвигатели. Изучение сложных электрических явлений привело к созданию радио, телевидения, сотовых телефонов. Изучение свойств световых лучей не только привело к созданию очков, телескопов, микроскопов, фотоаппаратов, но и дало возможность определить, из каких веществ состоят самые отдалённые звезды.

Таких примеров можно привести множество. Всё то, что сегодня исследуют в своих лабораториях ученые-физики, завтра может изменить нашу жизнь.

Большинство законов природы, изучением которых занимается физика, устанавливаются на основании данных эксперимента. Проводя ту или иную экспериментальную работу, физик-экспериментатор по существу задаёт вопрос природе, но природа отвечает только на правильно заданный вопрос. Это значит, что физический эксперимент должен быть тоже поставлен правильно, в противном случае экспериментатор не получит нужного ему ответа.

Экспериментальная физика — увлекательная наука. Чем раньше человек научится проводить физические эксперименты, тем раньше он может надеяться стать искусным физиком-экспериментатором.

Экспериментальные опыты (их также называют экспериментальными задачами) делятся на: качественные и количественные. В решении *качественных* *задач* отсутствуют числовые данные и математические расчёты. В этих задачах требуется или предвидеть явление, которое должно совершиться в результате опыта, или самому воспроизвести физическое явление с помощью данных приборов. При решении *количественных задач* сначала производят необходимые измерения, а затем, используя полученные данные, вычисляют с помощью математических формул ответ задачи.

По месту эксперимента, по степени его участия в решении — приведенные экспериментальные задачи можно разделить на несколько групп:

- Задачи, в которых для получения ответа приходится либо измерять необходимые физические величины, либо использовать паспортные данные приборов (реостатов, ламп, электроплиток и т. д.), либо экспериментально проверять эти данные.
- Задачи, в которых самостоятельно устанавливают зависимость и взаимосвязь между конкретными физическими величинами.
- Задачи, в условии которых дано описание опыта и необходимо предсказать его результат. Такие задачи способствуют воспитанию критического подхода к своим умозрительным выводам.
- Задачи, в которых необходимо с помощью данных приборов и принадлежностей показать конкретное физическое явление без указаний на то, как это сделать, или собрать электрическую цепь, сконструировать установку из готовых деталей в соответствии с условиями задачи. Решение таких задач требует творческого мышления и смекалки.
- Задачи на глазомерное определение физических величин с последующей экспериментальной проверкой правильности ответа. Такие задачи помогают предварительно оценивать результаты измерений и тем самым правильно выбирать нужные для опыта приборы и инструменты.
- Задачи с производственным содержанием, в которых решаются конкретные практические вопросы. Такие задачи можно разбирать во время экскурсий, работы в учебных мастерских, а также на уроках, используя для этого различные инструменты, приборы и технические модели.

Приведённая здесь классификация условна, так как резких границ между отдельными группами нет.

Экспериментальные задачи можно использовать как на занятиях, так и во внеурочной деятельности. Наиболее сложные экспериментальные задачи можно широко использовать в работе физического объединения и на факультативных занятиях. Экспериментальные задачи занимательного характера могут быть использованы на физических вечерах и т. п.

Но при этом цели применения, методика, а, соответственно, и содержание задач будут несколько различны.

Методические указания и рекомендации по решению экспериментальных задач

Основные этапы решения экспериментальной задачи сходны с решением любой физической задачи, но имеются некоторые особенности. Характерным для решения таких задач является работа по отысканию нужных для решения данных, а также способов получения этих данных. Поэтому при анализе задачи и составлении плана решения существенным моментом является поиск ответов на такие вопросы: какие данные необходимы для решения? как их получить, используя опыт? в каких единицах они должны быть выражены? какие измерения и с какой точностью необходимо произвести? Поскольку эта работа учащихся носит творческий характер, этот этап решения должен быть разработан наиболее тщательно.

Готовя экспериментальную задачу, следует не только отобрать необходимое оборудование, но и предварительно опробовать его. Ибо в условии обычной текстовой задачи можно сделать оговорку об идеализации физического явления или процесса, например, трение не учитывать, напряжение источника тока постоянно, сопротивление амперметра в расчёт не принимать и т. д. В экспериментальной задаче такая идеализация не всегда возможна, и с влиянием сопутствующих факторов приходится считаться, их нужно заранее выявить и по возможности устранить. Например, тела, объём которых определяют через линейные размеры, должны быть строго правильной геометрической формы; кусок дерева, объём которого определяют с помощью мензурки, надо покрыть парафином и т. п.

При коллективном решении задач к экспериментальной части предъявляются такие же требования, как к демонстрационному эксперименту: опыты должны быть убедительными, выразительными, хорошо видны со всех мест класса. Поэтому в таких задачах используют только демонстрационные приборы.

Отбирая задачи необходимо помнить:

1. В условиях некоторых задач не указаны конкретные размеры и масса тела, длина и сечение проволоки, объём жидкости и т. д. Это означает, что необходимо самостоятельно выбрать необходимое оборудование к задаче в зависимости от наличия его в физическом кабинете.

2. В отдельных задачах не сказано, какие измерительные приборы нужно взять: демонстрационные или лабораторные. Выбор прибора зависит от того, как решается данная задача: на занятии перед всеми учащимися или самостоятельно ребёнком.

3. Все тела, приборы, приспособления, применяемые при решении экспериментальных задач, должны быть заранее проверены, пронумерованы и уложены в специальные ящики для хранения. Полезно составить специальный справочник по экспериментальным задачам, в котором указать все данные о

каждом приборе в кабинете и о тех предметах, которые используются в эксперименте при решении задач.

4. При выполнении экспериментальной части задач учащиеся должны соблюдать **элементарные правила по технике безопасности**:

а) перед включением электроизмерительных приборов в цепь выяснить, соответствуют ли пределы измерения этих приборов значениям силы тока и напряжений в данной цепи;

б) источник тока включать в цепь последним, после визуальной проверки цепи;

в) применять в качестве соединительных проводов только изолированную проволоку и провода с исправной изоляцией;

г) не производить переключения в цепи под напряжением;

д) горючие жидкости располагать дальше от горящей спиртовки или включенной электроплитки;

е) при использовании в опытах тяжёлых грузов применять подставки и прочные нити.

Проверка правильности решения задач

Экспериментальная проверка правильности решения может быть осуществлена разными способами в зависимости от типа и содержания задач.

1. Решение большинства количественных задач проверяется путём непосредственного измерения искомой величины с помощью соответствующих приборов. Для уменьшения погрешности при измерениях необходимо использовать приборы нужной точности. При отсутствии точных измерительных приборов следует изменять формулировку вопроса так, чтобы проверку решения задачи можно было осуществить либо используя тела больших размеров, большей массы, мощности и т. п., либо качественно.

Например: «Используя весы и разновес, определить объём данного стального болта. Ответ проверить с помощью мензурки». Пусть объём этого болта — 20 см^3. Имеющейся мензуркой с ценой деления 25 см^3 проверить такой объём нельзя. Лучше переделать задание: «Определить объём десяти одинаковых стальных болтов, ответ проверить с помощью мензурки».

«Определить выталкивающую силу при погружении в воду чугунной гири массой 500 г.». Проверить ответ этой задачи при наличии только демонстрационного динамометра с круглым циферблатом нельзя. А вот сформулировав задачу так: «Одинаков ли будет вес гири в воздухе и в воде?», можно осуществить качественную проверку ответа и с помощью этого динамометра.

2. Решение некоторых количественных задач проверяется с помощью другого контрольного опыта, т. е. измерение искомой величины производится другим способом и другими приборами. Например, в задаче найдено сопротивление куска

проволоки по его размерам и удельному сопротивлению. Полученный ответ можно проверить, определив сопротивление этого куска проволоки с помощью амперметра и вольтметра на основании закона Ома.

3. Решение части количественных задач проверяется по таблицам или паспортным данным, указанным на приборах. Однако, следует помнить, что многие табличные данные колеблются в широких пределах (например, плотность кирпича – 1,4-1,6г/см^3, стекла – 2,5-2,7г/см^3, дерева (сосна) – 0,4-0,7г/см^3) и, кроме того, не всегда точно известно, из какого материала изготовлено исследуемое тело (например, удельное сопротивление сильно зависит от примесей в металле), а точность числовых данных, указанных на приборе, иногда бывает недостаточна для проверки решения (например, это относится к сопротивлению реостатов, резисторов, магазинов сопротивлений, мощности лампочек, массе грузов в наборах и т. д.). Поэтому перед использованием тела, предмета или прибора в качестве объекта экспериментальной задачи необходимо тщательно проверить на опыте все нужные данные и записать их на этикетке прибора или внести в специальную таблицу.

4. Имеются такие количественные задачи, решение которых контрольным опытом проверить невозможно (например, задачи на определение коэффициента полезного действия, потерь тепла и др.). При решении таких задач полезно обсудить с учащимися влияние различных условий на результат опыта.

5. Решение качественных задач проверяется, как правило, с помощью постановки контрольного опыта. Например, в задаче дано описание опыта, требуется предсказать его результаты. Контрольный эксперимент, выполненный ребёнком, либо подтвердит его ответ, либо опровергнет. Частичного совпадения логического решения и опыта здесь не должно быть, поэтому необходимо свести к минимуму все побочные факторы, отрицательно влияющие на результат эксперимента. Приборы для контрольного опыта заранее выдавать не следует. Иначе, как правило, ученик сначала проделывает контрольный опыт, а потом подгоняет решение к результату эксперимента.

***

Современная экспериментальная физика использует очень сложную и дорогостоящую технику, сосредоточенную в крупных научных институтах и лабораториях. Но простые и, тем не менее, увлекательные опыты можно поставить и у себя дома.

Мы предлагаем вам проверить свои способности, выполняя физические опыты и наблюдения в домашних условиях. Это поможет проверить свои способности и научит познавать окружающий мир, то есть освоить основные методы познания. Научное познание, чаще всего, начинается с наблюдения. Наблюдение является не только экспериментальным способом познания, но и составной частью эксперимента, который без наблюдения лишён всякого смысла.

Планировать и проводить наблюдение нужно в следующем порядке:

1. Формулируем цели наблюдения (для чего наблюдаем?).

2. Выбираем объекты наблюдения (что наблюдаем?).

3. Исследуем условия наблюдения (где наблюдаем?).

4. Составляем план наблюдения (как наблюдаем?).

5. Выбираем способ фиксирования информации, получаемой в ходе наблюдения (чем наблюдаем?).

6. Проводим собственное наблюдение, сопровождающееся фиксированием полученной информации выбранным способом (наблюдаем!).

7. Анализируем полученные в ходе наблюдения данные (что получилось?).

8. Формулируем выводы (как описать?).

Эксперимент следует проводить, придерживаясь следующих правил:

1. Формулируем цели эксперимента (решите, что хотелось бы делать и для чего).

2. Формулируем гипотезы эксперимента (что предполагается получить).

3. Выясняем условия, необходимые для достижения поставленной цели (устранить все помехи).

4. Проектируем эксперимент (мысленный эксперимент).

5. Подбираем необходимые приборы и материалы (найдите или изготовьте).

6. Собираем установку.

7. Проводим опыты в запланированной последовательности, сопровождаем их фиксированием полученных результатов (зарисуйте, заполните таблицу).

8. Обрабатываем результаты эксперимента (вычисляем, строим график).

9. Анализируем результаты эксперимента (проверяем, сравниваем).

10. Формулируем выводы (подтверждение или опровержение гипотезы).

Рекомендации к оформлению результатов экспериментов

Отчёт по экспериментальным исследованиям — это маленькая научная публикация. Поэтому ваши результаты должны быть изложены грамотно и доступны для прочтения. Вы представляете свои практические исследования. Это значит, что из вашего отчёта хотелось бы узнать:

1. Что вы хотели исследовать (как вы ставили экспериментальную задачу).

2. Что вам было известно из курса физики по теме эксперимента (кратко, без вывода формул).

3. Какие приборы и приспособления вы использовали в эксперименте.

4. Саму процедура измерений.

5. Способ оценки ошибок.

6. Способ представления обработанных данных.

7. Выводы, содержащие ваши пожелания по усовершенствованию эксперимента.

Если вы исследовали зависимость одной величины от другой, то обязательно должен быть график (для случая не менее трёх точек). На этом же графике должно быть сопоставление с теоретическими данными. Если вы измеряли одну и ту же величину (например, коэффициент поверхностного натяжения воды) — представьте результат на числовой оси вместе с табличным значением данной величины. На графике или числовой оси должны быть указаны ошибки измерений.

Экспериментальные задачи, которые можно делать в домашних условиях

1. С помощью ручного секундомера установить такую длину нитяного маятника, чтобы время одного колебания было равно 1 с. Пользуясь этим маятником, измерить время движения шарика по наклонному желобу.

2. Используя рулетку и секундомер, определить среднюю скорость движения учащегося вдоль класса (дома).

3. Имеются длинный наклонный желоб, секундомер и измерительная линейка (лента). На середине желоба поставлена метка. Определить средние скорости шарика при скатывании его с наибольшей высоты отдельно на каждой половине желоба и на всем желобе. Сравнить полученные скорости.

4. Определить плотность камня, используя для этого весы, разновес, отливной стакан с водой и порожний стакан.

5. Определить скорость, с которой выбрасывается снаряд из баллистического (или игрушечного) пистолета.

6. Даны два куска дерева одинаковой плотности — один в виде параллелепипеда, другой неправильной геометрической формы, весы (можно использовать кухонные), разновес, масштабная линейка. Определить объём куска дерева неправильной геометрической формы.

7. Имея коробку с одинаковыми стальными шариками, определить: а) среднюю массу одного шарика с помощью мензурки; б) объём одного шарика с помощью весов. Ответ в обоих случаях проверить на опыте.

8. Узнайте опытным путём, не пользуясь весами и мензуркой, больше или меньше 1г/см^3 плотность ученической стиральной резинки.

9. Выяснить на опыте, какая из сил больше и во сколько раз: вес данного бруска или сила тяги при равномерном его движении по поверхности стола.

10. Определить вес алюминиевого бруска, имея только масштабную линейку. Правильность ответа проверить опытом с помощью динамометра.

11. Определите, во сколько раз давление табурета на пол больше, когда он стоит на ножках, чем давление, когда табурет перевёрнут вверх ножками.

12. Используя барометр-анероид (или данные метеослужб) и масштабную линейку, определить, с какой силой атмосфера давит на крышку стола, табурета, на тетрадь.

13. Имея два бруска, из меди и алюминия, одинакового объёма и динамометр, проверить, зависит ли выталкивающая сила от материала и веса брусков, и сделать соответствующие выводы.

14. Используя динамометр и кусок пластилина, проверить, зависит ли величина архимедовой силы от формы погружённого в жидкость тела при постоянном его объёме.

15. С помощью динамометра определить архимедову силу при погружении данного тела в воду. Чему будет равна архимедова сила при погружении этого тела в керосин? Ответ проверить опытом.

16. Определить процентное содержание (по массе) олова в оловянно-свинцовом припое. Предположите, что объёмы свинца и олова в сплаве сохраняются. Плотность свинца $\rho_с = 11350$ кг/м^3, олова $\rho_о = 7300$ кг/м^3. Оборудование: линейка, груз (гайка), цилиндрический кусок припоя, штангенциркуль или микрометр.

17. Определить выталкивающую силу, действующую на картофелину при полном погружении её в воду, имея масштабную линейку, гирю массой 50 г, резиновый шнурок, стакан с водой, штатив.

18. На весах уравновешены свинцовое и алюминиевое тела. На какую чашку весов и почему надо добавить груз, чтобы при полном погружении обоих тел в воду весы снова привести в равновесие? Ответ проверить опытом.

19. Используя динамометр и латунную гирю массой 200 г, определить плотность жидкости.

20. Сколько надо по весу насыпать в мешочек песку, чтобы при подъёме его с пола на стол совершить работу в 10Дж? Для решения использовать динамометр и измерительную ленту.

21. Какую работу нужно совершить, чтобы с помощью мерной кружки известного веса перелить воду из стакана, находящегося на столе, в мензурку, которая стоит на подъёмном столике. Имеется масштабная линейка. Какую работу совершит сила тяжести, если с помощью сифона воду перелить из верхнего сосуда в нижний.

22. Определить среднюю мощность, развиваемую учеником при медленном и быстром подъёме по вертикальному шесту или канату. В распоряжении имеются рулетка и секундомер. Учитывать, что свой вес ученик знает.

23. Можно ли уравновесить метровую линейку-рычаг грузом массой 100 г? Показать.

24. В тисках в вертикальном положении закреплён болт с навинченной на него гайкой. Имеются гаечный ключ, масштабная линейка и динамометр.

Определить силу трения между гайкой и болтом.

25. Имея масштабную линейку и динамометр, определить КПД при подъёме по данной наклонной плоскости мешочка с песком.

26. Используя динамометр и масштабную линейку, определить КПД наклонной плоскости для пяти разных углов наклона при подъёме по ней одного и того же груза. Сделать вывод: зависит ли и как КПД от угла наклона плоскости.

27. Используя масштабную линейку, определить, на сколько джоулей изменится потенциальная энергия кирпича относительно поверхности стола, если его из горизонтального положения перевести в вертикальное (плотность кирпича – 1,5 г/см^3).

28. Стальной шарик скатывается по наклонному желобу. Имея весы и масштабную линейку, определить потенциальную энергию шарика относительно поверхности стола в начале движения и кинетическую энергию в конце движения без учёта трения. В какой точке желоба кинетическая энергия будет равна потенциальной? Определить потенциальную энергию в этой точке.

29. Как, используя пламя спиртовки или кусок льда, вывести из равновесия весы, не касаясь их? Ответ обосновать и подтвердить опытом.

30. Имея термометр, рассчитать, какая температура смеси установится, если смешать одинаковые массы холодной и горячей воды, находящиеся в алюминиевых стаканах одинаковой массы. Влияет ли способ сливания воды (холодную воду вылить в стакан с горячей водой или горячую в стакан с холодной) на результат опыта? Ответы проверить опытами.

31. В один из стаканов с горячей водой опустить свинцовое, в другой алюминиевое тела равных масс и температуры (температура и масса воды в стаканах одинаковы). В каком стакане через 2–3 мин температура окажется ниже? Проверить ответ опытом. Какое тело получит от воды больше энергии?

32. Изменится ли уровень воды в мензурке, если весь лёд, плавающий в этой воде, растает? Ответ обосновать и проверить опытом.

33. Изменится ли температура воды и как, если в ней растворить поваренную соль? Проверить и объяснить данное явление.

34. Установите зависимость быстроты испарения от площади свободной поверхности жидкости.

35. Определите относительную влажность воздуха в комнате. Оборудование: стеклянный комнатный термометр, бытовой холодильник, таблица давлений насыщенных паров воды при различных температурах.

36. Испарение. Налейте почти полный стакан воды и поставьте его в комнате в тёплое место — для того чтобы вода быстрее испарялась. Измерьте линейкой начальный уровень воды и запишите время начала опыта. Через несколько дней

уровень воды понизится за счёт испарения. Измерьте новый уровень воды и запишите время окончания опыта. Определите массу испарившейся воды. Сколько в среднем молекул вылетало с поверхности воды за 1 секунду? Сколько приблизительно молекул находится на поверхности воды в стакане? Сравните эти два числа. Диаметр молекулы воды примите равным d0 = 0,3 нм. Зная удельную теплоту парообразования, определите скорость передачи тепла (Дж/с) воде от окружающей среды.

37. Как, пользуясь эбонитовой палочкой и мехом, определить знак заряда получаемого на расческе при трении её о волосы и о полиэтиленовую пленку? Показать и объяснить.

38. Начертить схему цепи, состоящую из лампы, двух рубильников-переключателей и источника тока, так, чтобы можно было включать и выключать лампу из двух разных мест. Собрать цепь по данной схеме. Где на практике можно применить такую схему цепи?

39. Начертить схему цепи для проверки правильности надписи на резисторе. Подобрать нужные приборы и произвести необходимые измерения и вычисления.

40. Имея аккумулятор, амперметр, вольтметр и ключ, определить опытным путём длину куска данной проволоки сопротивлением 1Ом.

41. Определить сопротивление данного куска никелиновой проволоки, сначала используя микрометр и масштабную линейку, потом амперметр, вольтметр и аккумулятор.

42. Имеется лампа на 3,5А, 0,28А и источник тока на 6В. Определить, какое сопротивление надо включить последовательно с лампой, чтобы она горела нормальным накалом. Ответ проверить опытом, используя магазин сопротивлений, амперметр и вольтметр.

43. Показать при помощи модели, что объём воды в сосуде не равен сумме объёмов, составляющих его молекул. Смоделировать ситуацию смешивания двух веществ, например, воды и сиропа.

44. Бутылку, объёмом не менее 1 л, наполнить водой. Опустить в неё стеклянный пузырёк (например, из-под пенициллина) с небольшим объёмом воды опрокинутый горлышком вниз. Сверху бутылку плотно затягивают резиновой пленкой. Если оказывать давление на резиновую плёнку, то стеклянный пузырек тонет. После прекращения воздействия на плёнку — пузырёк всплывает. Проведите эксперимент. Объясните наблюдаемое. Расскажите, где используется это явление на практике.

45. Как проверить, увеличивается или уменьшается плотность веществ при нагревании и у каких тел: твёрдых, жидких или газообразных это изменение наибольшее. Сформулируйте гипотезу и обоснуйте её.

Список литературы

1. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.; Под ред. С.Е.Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000.– 368 с.

2. Тулькибаева Н.Н. Методические основы обучения учащихся решению задач по физике: Дис. док. пед. наук. – Челябинск, 1990. – 467 с.

3. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: Кн. для учителя. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

4. Усова А.В. Практикум по решению физических задач: Для студентов физ.-мат. фак./ А.В. Усова, Н.Н. Тулькибаева. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2001. – 206 с.

5. Бухарова Г.Д. Задачи с производственно-техническим содержанием как одно из средств реализации политехнического принципа при обучении физике: Дис. канд. пед. наук. / Челяб. гос. пед. ин-т. – Челябинск, 1987. – 217 с.

Краевое государственное
автономное образовательное учреждение
дополнительного образования
«Центр развития творчества детей (Региональный модельный центр
дополнительного образования детей Хабаровского края»

680000, г. Хабаровск, ул. Комсомольская, 87
тел. / факс: (4212) 30-57-13
Инстаграм: @dop.obrazovanie27
e-mail: yung_khb@mail.ru
http://www.kcdod.khb.ru

Тираж: 25 экз.