

**Олимпиада школьников СПбГУ «Инженерные системы»  
по комплексу предметов  
(математика, информатика, физика и химия)**

Олимпиада школьников СПбГУ по математике  
Примеры заданий отборочного этапа  
2023/2024 учебный год

**10-11 классы**

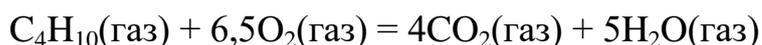
**Задача 1**

**Вариант 1.**

Теплоты сгорания н-бутана и изобутана равны 2877 кДж/моль и 2868 кДж/моль соответственно. Теплоты образования газообразных воды и углекислого газа равны 241,84 кДж/моль и 393,5 кДж/моль соответственно.

1. Запишите термохимические уравнения горения углеводородов.
2. Рассчитайте, сколько теплоты выделяется при горении 1 килограмма каждого из углеводородов, углерода и воды. Что выгоднее использовать в качестве топлива?
3. Рассчитайте теплоты образования углеводородов.
4. Рассчитайте тепловой эффект реакции изомеризации н-бутана в изобутан.

**Ответ:** 1. Термохимическое уравнение должно указывать агрегатные состояния соединений:



н-бутан и изобутан – изомеры, имеют одинаковый состав. Различие в теплотах сгорания вызвано разным строением соединений.

2. выгоднее сжигать неразветвленный бутан – его удельная теплота сгорания выше остальных.

3. теплоту образования углеводородов: н-бутан – 125,6 кДж/моль, изобутан – 134,2 кДж/моль.

4. Тепловой эффект изомеризации составляет 8,6 кДж/моль

**Вариант 2.**

Теплоты сгорания н-пентана и неопентана равны 3486,9 кДж/моль и 3513,14 кДж/моль соответственно. Теплоты образования газообразных воды и углекислого газа равны 241,84 кДж/моль и 393,5 кДж/моль соответственно.

1. Запишите термохимические уравнения горения углеводородов.

2. Рассчитайте, сколько теплоты выделяется при горении 1 килограмма каждого из углеводородов, углерода и воды. Что выгоднее использовать в качестве топлива?

3. Рассчитайте теплоты образования углеводородов.

4. Рассчитайте тепловой эффект реакции изомеризации н-пентана в неопентан.

**Ответ:** 1.  $C_5H_{12}(\text{газ}) + 8O_2(\text{газ}) = 5CO_2(\text{газ}) + 6H_2O(\text{газ})$

2. Выгоднее сжигать неопентан – при горении 1 кг выделяется: 48793,6 кДж теплоты.

3. Теплота образования углеводородов: н-пентан – 147 кДж/моль, неопентан – 168 кДж/моль.

4. Тепловой эффект изомеризации составляет: 21 кДж/моль.

## Задача 2

Шар массой 0,1 кг отскакивает от твердой поверхности. Каждый раз, когда он ударяется о пол, он теряет четверть своей кинетической энергии. Если шар отпущен с высоты 1,00 м, через сколько ударов он не будет подпрыгивать выше, чем на 0,25 м

**Ответ:** достигнет высоты более 0.25 метра после четвертого отскока и менее 0.25 метра после пятого отскока.

## Задача 3

Система контроля доступа просит пользователя ввести пароль в виде пятизначного числа. Взломщик Вася знает, что в пароле используются только цифры 1, 5 и 9, причем какие-то две из этих цифр по два раза (примеры таких чисел: 15159 или 99155).

1. Сколько всего существует таких паролей?
2. Вася дополнительно узнал, что если расположить все подходящие числа-пароли в порядке возрастания, то нужная ему комбинация будет седьмой. Что это за пароль?
3. Чему равна сумма всех возможных чисел-паролей?

**Ответ:** 1. подходящих для пароля чисел: 180

2. запишем по возрастанию числа: 11559, 11595, 11599, 11955, 11959, 11995, **15159**, ... т.о. искомый пароль: 15159.

3. сумма всех возможных чисел-паролей: **9 999 900**.

#### Задача 4

Один из признаков делимости на 7 гласит:

Возьмем число  $P$  и посчитаем для него числа  $M$  и  $N$  по следующему правилу: разобьем число  $P$  на тройки цифр справа налево, причем последняя тройка может быть неполной; умножим цифры каждой тройки, начиная справа, соответственно на числа 1, 3, 2; сложим все произведения, отвечающие цифрам нечетных троек и получим число  $M$ ; сложим все произведения, отвечающие цифрам четных троек и получим число  $N$ . Для того, чтобы число  $P$  делилось на 7 необходимо и достаточно, чтобы модуль разности чисел  $M$  и  $N$  делился на 7.

Например,  $P=5860676542$ . Тогда имеем

5	8	6	0	6	7	6	5	4	2
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	16	18	0				10	12	2
5				12	21	6			

$$M=2+12+10+0+18+16=58$$

$$N=6+21+12+5=44$$

$M-N=14$ , 14 делится на 7, значит, само число 5860676542 делится на 7.

- 1) Проверьте с помощью этого признака, делятся ли на 7 числа 2451689 и 3415986.
- 2) Докажите этот признак
- 3) Напишите программу, которая для заданного числа  $P$  находит числа  $M$  и  $N$ .

**Ответ:**

1. Число  $P=2451689$  не делится, а число  $P=3415986$  делится на 7.
2. Доказательство следует из общего признака делимости на произвольный делитель с использованием остатков от деления степеней 10 на этот делитель
3. Программная реализация должна включать в себя признак делимости и повторяющиеся зависимости, выявленные в ходе доказательства признака делимости.