

# Олимпиада «Ломоносов». Инженерные науки.

## 5 – 7 класс

### 1. Тепловое расширение (25 баллов)

В солнечный день бензин в цистерне бензовоза может нагреваться. Цистерна представляет собой полый стальной цилиндр с горизонтальной осью, длиной 8000 мм и диаметром 2000 мм, заполненный  $x = 10$  кубометрами бензина при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$ . Известно, что при нагреве на один градус объём бензина линейно увеличивается на  $0,124\%$ , а объём стали — на  $0,0045\%$ . Сколько литров воздуха останется в цистерне, когда бензин будет иметь температуру  $t = 40\text{ }^\circ\text{C}$ ?

#### Вариация параметров

Для обеспечения вариативности заданий использовались следующие параметры:

- $t$  — значения от 30 до 40 с шагом 1;
- $x$  — значения от 10 до 20 с шагом 1.

#### Справочные данные

Для нахождения объёма цистерны воспользуйтесь выражением

$$V = \pi \frac{D^2}{4} \cdot h,$$

где  $D$  — диаметр цистерны, а  $h$  — её длина.

В условиях данной задачи принять  $\pi = 3,1416$ .

#### Требования к ответу

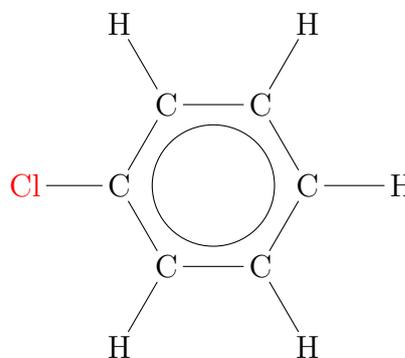
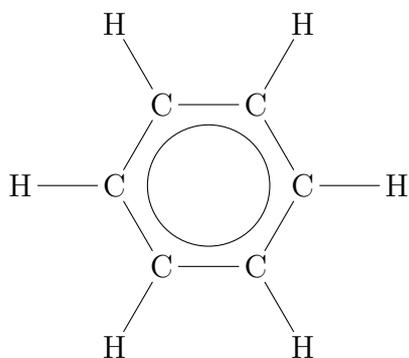
Ответ выразите в литрах и представьте в виде числа, округлив с точностью до целых, без указания единиц измерения.

### 2. Бензол (25 баллов)

Атомам углерода (их обозначают буквой С) удобно соединяться в кольцо, которое содержит шесть атомов (атомы расположены в вершинах правильного шестиугольника). Примером такого соединения атомов может служить молекула бензола, схематично изображённая на рисунке слева (такой рисунок называется структурной формулой). Атомы водорода обозначены буквой Н, а химические связи — линиями. Химическая формула бензола выглядит так:  $\text{C}_6\text{H}_6$  — индексами обозначено число атомов данного типа. Можно получить молекулу хлорбензола, в которой один из атомов водорода замещён атомом хлора (см. рис. справа). Можно в молекуле заместить два и более атомов водорода атомами хлора. Сколько различных молекул можно получить из бензола путём замещения одного или нескольких атомов водорода атомами хлора? Молекулы считаются одинаковыми, если при повороте они становятся идентичными. Укажите в ответе число таких молекул, а в решении нарисуйте структурную формулу каждой из них.

#### Требования к ответу

Количество различных молекул, которые можно получить из бензола путём замещения одного или нескольких атомов водорода атомами хлора, запишите в виде целого числа.



### 3. Климат на планете Железяка (25 баллов)

Какова среднесуточная температура в первый день лета в некоторой точке на планете Железяке, если она равномерно растёт от  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  с полуночи до 10 часов утра по местному времени, затем до 3 часов дня остаётся равной  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и, наконец, равномерно падает до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до полуночи? Известно, что в сутках на планете Железяка 24 часа. Ответ выразите в единицах измерения, указанных в условии.

Требования к ответу

Значение среднесуточной температуры запишите в виде числа, округлив до целого, без указания единиц измерения.

### 4. Подготовка практикума для студентов (25 баллов)

Лаборанту поручили подготовить несколько вариантов задания для студенческого практикума. У лаборанта есть примерно 100 г некоторого вещества в виде порошка, а также 300 мл раствора А и 150 мл раствора В. В задании студентам будет нужно на каждый 1 г порошка добавить либо 3 мл раствора А, либо 4 мл раствора В.

Для взвешивания порций порошка имеются простые равноплечие рычажные весы и ёмкости для взвешивания. Если массы на чашках весов немного различаются, то весы можно уравновесить регулировочными винтами (длина плеч рычагов остаётся неизменной).

Например, чтобы взвесить 1 г порошка, нужно:

- 1) поместить на чаши весов две примерно одинаковые пустые ёмкости и уравновесить весы с помощью винтов,
- 2) поместить на одну чашу весов гирьку массой 1 г,
- 3) добавлять порошок в ёмкость на другой чаше до тех пор, пока весы вновь не придут в равновесие.

В ёмкости для взвешивания окажется 1 г порошка.

Каждому студенту нужно было подготовить индивидуальный комплект: ёмкость с порошком известной массы и колбу с необходимым объёмом одного из растворов.

Подготовить колбы с раствором не составляло труда. Но, к сожалению, большинство гирек для взвешивания порошка было утеряно — у лаборанта есть лишь две гирьки массой 3 г и одна гирька массой 5 г. Лаборант может добавлять порошок в ёмкость одной или несколькими порциями, а также удалять избыток порошка. Однако масса порошка, не взвешенного на весах, считается недостоверной. Кроме того, все ёмкости для взвешивания незначительно отличаются по массе: различие в массе не выражается целым числом граммов.

Какое максимальное количество разных комплектов задания может составить лаборант? Варианты задачи, в которых выданы одинаковые массы порошка, но для определения предложены разные растворы (А или В), считаются разными.

#### Требования к ответу

Максимальное количество разных вариантов задания, которые может составить лаборант, записать в виде целого числа.