

Задания заключительного этапа
Олимпиады школьников СПбГУ «Инженерные системы»
8-9 класс

Задача №1

1.1 Блогер-математик во время стрима рассказывает подписчикам утверждение: «В треугольнике ABC проведена биссектриса BD . В треугольнике EFG проведена биссектриса FN . Если пропорциональны периметры треугольников и отрезки, на которые биссектрисы BD и FN делят стороны AC и EG , то треугольники ABC и EFG подобны.» Подписчику, первому приславшему в комментарии доказательство утверждения, блогер обещает подарить смартфон последней модели.

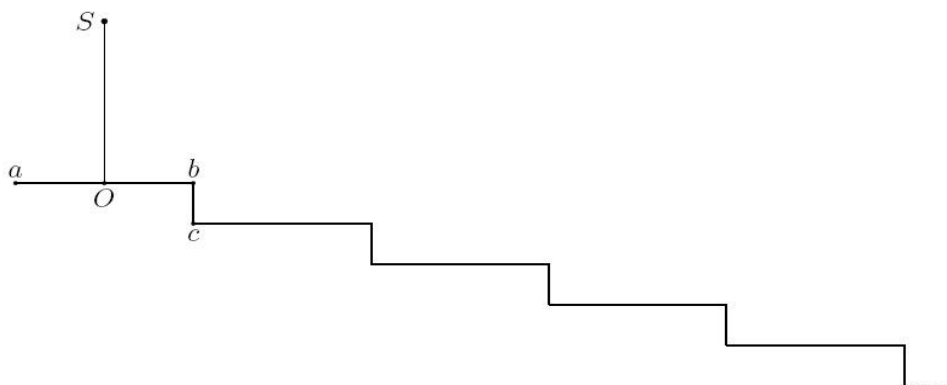
Кого обхитрил блогер – подписчиков (пообещав подарок, который невозможно получить) или себя самого (придется раскошелиться на призовой смартфон)?

1.2 Блогер-математик во время стрима рассказывает подписчикам утверждение: «В треугольнике ABC проведена высота BD . В треугольнике EFG проведена высота FN . Если пропорциональны отрезки, на которые высоты BD и FN делят стороны AC и EG , и равны углы B и F , то треугольники ABC и EFG подобны.» Подписчику, первому приславшему в комментарии доказательство утверждения, блогер обещает подарить смартфон последней модели.

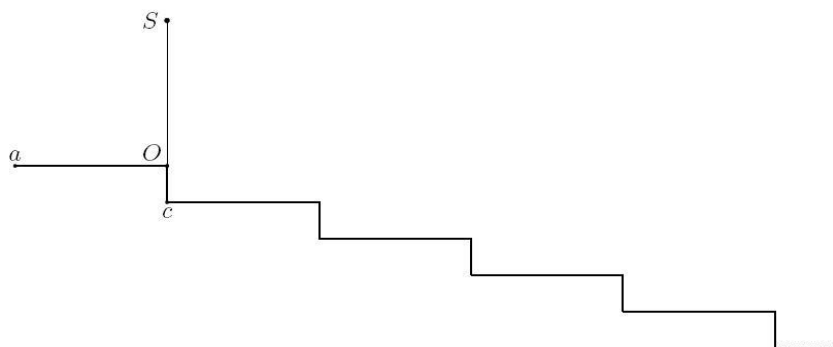
Кого обхитрил блогер – подписчиков (пообещав подарок, который невозможно получить) или себя самого (придется раскошелиться на призовой смартфон)?

Задача №2

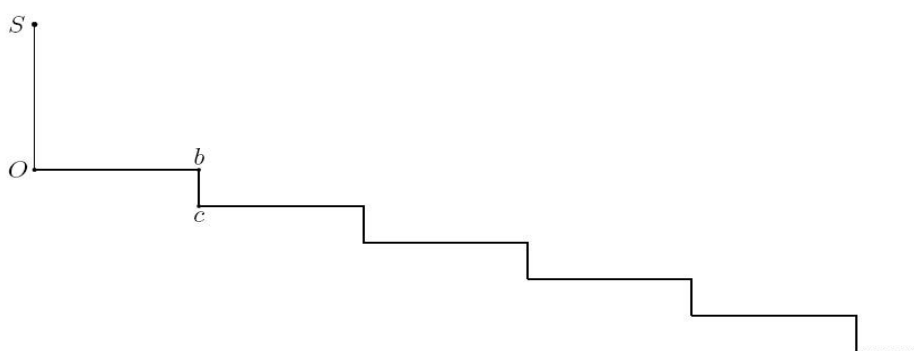
2.1. На середине верхней ступеньки бесконечной лестницы на тонкой подставке стоит фонарь S , который можно считать точечным источником света (см. рисунок). Высота подставки OS равна 1,3 м, длина ступеньки $ab = 40$ см (при этом $aO = Ob$), высота ступеньки $bc = 30$ см, размерами ступеньки в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка, можно пренебречь; все ступеньки лестницы одинаковы. Какой номер имеет ближайшая к фонарю ступенька, которую он освещает менее чем наполовину? Как изменится результат, если длину ступеньки уменьшить в два раза? (Можно считать, что фонарь стоит на ступеньке с номером 1).



2.2. На правом краю ступеньки бесконечной лестницы на тонкой подставке стоит фонарь S , который можно считать точечным источником света (см. рисунок). Высота подставки OS равна 1,7 м, длина ступеньки $aO = 30$ см, высота ступеньки $Oc = 30$ см, размерами ступеньки в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка, можно пренебречь; все ступеньки лестницы одинаковы. Какой номер имеет ближайшая к фонарю ступенька, которую он освещает не более чем наполовину? Как изменится результат, если длину ступеньки увеличить в два раза? (Можно считать, что фонарь стоит на ступеньке с номером 1).



2.3. На левом краю ступеньки бесконечной лестницы на тонкой подставке стоит фонарь S , который можно считать точечным источником света (см. рисунок). Высота подставки OS равна 1,1 м, длина ступеньки $Ob = 40$ см, высота ступеньки $bc = 12$ см, размерами ступеньки в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка, можно пренебречь; все ступеньки лестницы одинаковы. Какой номер имеет ближайшая к фонарю ступенька, которую он освещает не более чем наполовину? Как изменится результат, если длину ступеньки увеличить в два раза? (Можно считать, что фонарь стоит на ступеньке с номером 1).



Задача №3

3.1 Петя задумал три последовательных целых числа и записал на листок их всевозможные отношения. Вася просуммировал записанные шесть чисел и обнаружил, что получилось целое число. Этот факт Вася сообщил Тане, не назвав при этом, что за число он получил. Таня объявила Васе и Пете, что она с легкостью выяснит, какие числа задумал Петя. Получится ли у Тани удивить своих друзей?

А) Решите задачу аналитически – найдите все подходящие тройки чисел или докажите, что невозможно узнать, что за числа были загаданы.

Б) Напишите программу, которая находит все подходящие тройки чисел из диапазона [-2025; 2025].

Задача №4

4.1 Ниже приведены округлённые энергии полного сгорания в кислороде первых членов ряда алканов:

$$Q_{\text{метан}} = 800 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{этан}} = 1450 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{пропан}} = 2050 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{бутан}} = 2600 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

1. Напишите уравнение полного сгорания каждого из них.
2. Переведите приведённые данные по энергиям сгорания в расчёте не на 1 моль сгораемого углеводорода, а на 1 грамм. Округлите с точностью до десятых долей $\frac{\text{кДж}}{\text{г}}$.
3. Найдите закономерность изменения удельной энергии сгорания алканов на 1 моль вещества. Предположите удельную энергию сгорания 1 моль пентана, исходя из этой закономерности.

4.2 Ниже приведены округленные энергии полного сгорания в кислороде первых членов ряда алканов:

$$Q_{\text{метан}} = 800 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{этан}} = 1450 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{пропан}} = 2050 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

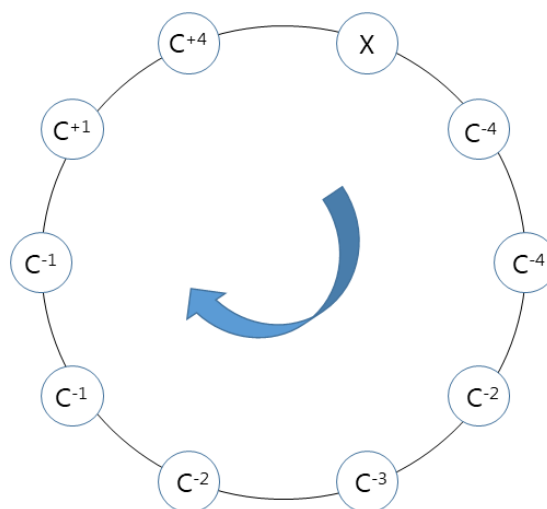
$$Q_{\text{бутан}} = 2600 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

1. Напишите уравнение неполного сгорания каждого из них до угарного газа и воды.
2. При сгорании 13.2 г неизвестного алкана X выделилось 615 кДж энергии. Используя приведённые данные, определите, что это был за углеводород.
3. Найдите закономерность изменения удельной энергии сгорания алканов. Предположите удельную энергию сгорания 1 моль гипотетического углеводорода, не содержащего ни одного атома углерода.

Задача №5

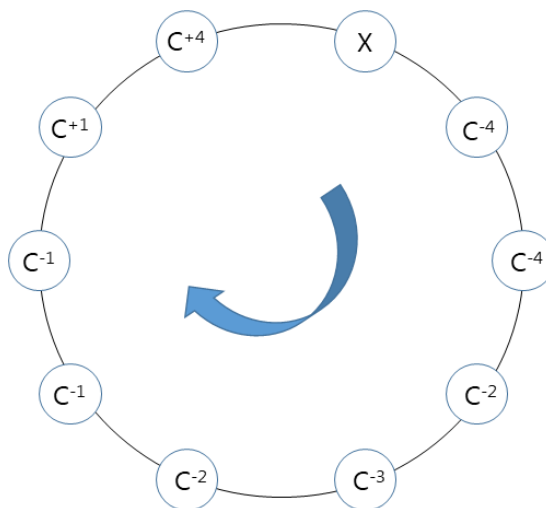
5.1 Передвигаясь по цепочке по часовой стрелке от вещества X запишите уравнения реакций, а также их условия протекания, соответствующих переходам между соединениями, в которых

углерод находится в указанной степени окисления. Учитывайте, что каждому переходу соответствует одна реакция.



1. Для каждого органического вещества-участника реакций напишите название по ИЮПАК.
2. Если у соединения есть изомер – нарисуйте его структурную формулу и назовите по ИЮПАК.
3. Рассчитайте, какую массу вещества **X** необходимо взять, чтобы при условии осуществления всех превращений со 100%-м выходом, в конце цепочки получить 10^{24} молекул последнего перед **X** соединения.

5.2 Передвигаясь по цепочке по часовой стрелке от вещества **X** запишите уравнения реакций, а также их условия протекания, соответствующих переходам между соединениями, в которых углерод находится в указанной степени окисления. Учитывайте, что каждому переходу соответствует одна реакция.



1. Для каждого органического вещества-участника реакций напишите название по ИЮПАК.
2. Если у соединения есть изомер – нарисуйте его структурную формулу и назовите по ИЮПАК.
3. Рассчитайте, какую массу вещества **X** необходимо взять, чтобы при условии осуществления всех превращений со 100%-м выходом, в конце цепочки получить 10^{24} молекул последнего перед **X** соединения.