

ШКОЛЬНЫЕ ОЛИМПИАДЫ СПбГУ 2021

комплекс предметов «Инженерные системы»
(математика, информатика, физика, химия),
2020/21 учебный год.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Условия задач

8–9 класс

Задача 1. (5 баллов)

Для получения волшебного зелья по традиционному рецепту необходимо смешать в определенных пропорциях мертвую воду и экстракт бузины. В большом чане эти ингредиенты налиты в неизвестных количествах. Кощей Бессмертный на вкус определил, что экстракта бузины в чане больше, чем требуется по рецепту. Предположим, что у него есть возможность подливать ингредиенты в чан только одновременно и в равных количествах.

1. При каких условиях Кощей может уменьшить долю экстракта бузины в чане?
2. В каких пределах он может уменьшать долю экстракта бузины?

Задача 2. (5 баллов)

Хулиган Вася хочет попасть камнем из рогатки в воробья, который летит горизонтально на высоте 30 м с постоянной скоростью. Известно, что если камень подлетает к воробью снизу, то он сможет увернуться в последний момент, а если сверху — то нет. Когда направление от рогатки в сторону воробья составляет с горизонтом 45° , Вася запускает камень под тем же углом. С какой скоростью должен лететь воробей, чтобы иметь возможность увернуться от камня вне зависимости от скорости вылета камня? Предполагается, что траектории воробья и камня лежат в одной вертикальной плоскости. Размерами воробья и камня, а также сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 3. (5 баллов)

Пусть даны две обыкновенные дроби:

$$\frac{n}{n+2021} \quad \text{и} \quad \frac{n+2021}{n},$$

где n – натуральное число.

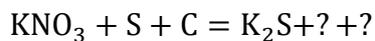
1. Верно ли утверждение, что первая из этих дробей всегда ближе к 1, чем вторая?
2. Для каждой из дробей определите аналитически те значения n , при которых дробь наиболее близка к 1, если $1000 \leq n \leq 2021$.
3. Составьте компьютерную программу (или алгоритм), с помощью которой без предварительных рассуждений можно найти наиболее близкое к 1 значение какой-нибудь одной из дробей, если $1000 \leq n \leq 3000$.

Задача 4. (5 баллов)

Вес стандартного бронебойного снаряда равен 8 кг. Для выстрела используется заряд черного пороха массой 9,6 кг. Состав черного пороха в процентах по массе:

KNO_3 : 74,81 %; S: 11,85 %; C: 13,33 %.

1. Дополните и уравняйте уравнение реакции сгорания черного пороха:



2. Вычислите, на каком максимальном расстоянии данный снаряд способен пробить стальную броню танка, если известно, что:

- для пробития брони скорость снаряда должна быть не менее 1645 м/с;
- потеря скорости при полете снаряда равна 55 м/с на 1 км полета;
- КПД преобразования тепловой энергии сгорания пороха в кинетическую энергию снаряда равен 60 %.

Полет снаряда считать прямолинейным.

Энтальпии образования сложных веществ:

$$\Delta H^0(\text{KNO}_3) = -494,5 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0(\text{K}_2\text{S}) = -387,0 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}.$$

Энтальпии образования простых веществ равны нулю.