

ШКОЛЬНЫЕ ОЛИМПИАДЫ СПбГУ 2022

комплекс предметов «Инженерные системы»
(математика, информатика, физика, химия),
2021/22 учебный год.

ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

Условия задач

8–9 класс

Задача 1. (5 баллов)

1.1. Ленинградская атомная электростанция (ЛАЭС) вырабатывает за год примерно 28 млрд кВт · ч энергии. Сколько лет потребуется ЛАЭС, чтобы выработать столько же энергии, сколько Солнце вырабатывает за секунду? Светимость Солнца составляет $4 \cdot 10^{27}$ Дж/с.

1.2. Кольская атомная электростанция (АЭС) вырабатывает за год примерно 9 млрд кВт · ч энергии. Сколько лет потребуется Кольской АЭС, чтобы выработать столько же энергии, сколько Солнце вырабатывает за минуту? Светимость Солнца составляет $4 \cdot 10^{27}$ Дж/с.

1.3. Балаковская атомная электростанция (АЭС) вырабатывает за год примерно 31 млрд кВт · ч энергии. Сколько лет потребуется Балаковской АЭС, чтобы выработать столько же энергии, сколько Солнце вырабатывает за час? Светимость Солнца составляет $4 \cdot 10^{27}$ Дж/с.

Задача 2. (5 баллов)

2.1. Автомобиль Rimac Nevera оснащается четырьмя электродвигателями, а Tesla Model S Plaid - тремя и имеет мощность почти вдвое меньше. В рамках схватки электромобили провели заезд на 0,5 км. За какое время каждый автомобиль преодолеет всю дистанцию, если известно, что Tesla разгоняется до 100 км/ч за 2.1 с и имеет максимальную скорость 322 км/ч, а Rimac разгоняется до 300 км/ч за 9.3 с и его максимальная скорость 412 км/ч. Ускорение считать постоянным.

2.2. Автомобиль Rimac Nevera оснащается четырьмя электродвигателями, а Tesla Model S Plaid - тремя и имеет мощность почти вдвое меньше. В рамках схватки электромобили провели заезд на 0,25 км. За какое время каждый автомобиль преодолеет всю дистанцию, если известно, что Tesla разгоняется до 100 км/ч за 2.1 с и имеет максимальную скорость 322 км/ч, а Rimac разгоняется до 300 км/ч за 9.3 с и его максимальная скорость 412 км/ч. Ускорение считать постоянным.

2.3. Автомобиль Rimac Nevera оснащается четырьмя электродвигателями, а Tesla Model S Plaid - тремя и имеет мощность почти вдвое меньше. В рамках схватки электромобили провели заезд на 1 км. За какое время каждый автомобиль преодолеет всю дистанцию, если известно, что Tesla разгоняется до 100 км/ч за 2.1 с и имеет максимальную скорость 322 км/ч, а Rimac разгоняется до 300 км/ч за 9.3 с и его максимальная скорость 412 км/ч. Ускорение считать постоянным.

Задача 3. (5 баллов)

3.1. Изотопологи – соединения одних и тех же химических веществ, отличающихся изотопным составом.

В таблице ниже представлен изотопный состав природного хлора и кислорода в процентах по массе:

Изотоп	^{16}O	^{17}O	^{18}O	^{35}Cl	^{37}Cl
Содержание	99,758	0,039	0,203	75,53	24,47

1. Какое число изотопологов оксида хлора(I) существует?
2. Рассчитайте, во сколько раз отличаются массы наиболее тяжелого и наиболее легкого изотопологов оксида хлора(I).
3. Рассчитайте, чему была бы равна относительная атомная масса кислорода, если бы содержание его природных изотопов было бы равным.
4. Считая изотопный состав указанных элементов постоянным, рассчитайте сколько атомов изотопов хлора каждого вида содержит 100 грамм газообразного хлора Cl_2 ?

3.2. Изотопологи – соединения одних и тех же химических веществ, отличающихся изотопным составом.

В таблице ниже представлен изотопный состав природного азота и кислорода в процентах по массе:

Изотоп	^{16}O	^{17}O	^{18}O	^{14}N	^{15}N
Содержание	99,758	0,039	0,203	99,635	0,365

1. Какое число изотопологов оксида азота(I) существует?
2. Рассчитайте, во сколько раз отличаются массы наиболее тяжелого и наиболее легкого изотопологов оксида азота(I).
3. Рассчитайте, чему была бы равна относительная атомная масса кислорода, если бы содержание его природных изотопов было бы равным.
4. Считая изотопный состав указанных элементов постоянным, рассчитайте сколько атомов изотопов хлора каждого вида содержит 100 грамм газообразного азота N_2 ?

Задача 4. (5 баллов)

4.1. Миша и Маша играют в игру с вещественными числами: Миша первым придумывает и объявляет число a , потом Маша – число b , причем $b \neq a$. Миша вычисляет значение выражения $M_1 := \frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2}$, Маша вычисляет значение выражения $M_2 := \frac{2}{1+ab}$. Если $M_1 > M_2$, то в игре побеждает Миша, а Маша побеждает в противном случае.

А) Напишите компьютерную программу, которая определяет победителя игры для всех значений $-5 \leq a \leq 5$ и $-5 \leq b \leq 5$ шагом 0,1 и выводит на экран частоту побед Миши.

Б) Укажите для Маши выигрышную стратегию.

4.2. Миша и Маша играют в игру с вещественными числами: Миша первым придумывает и объявляет число a , потом Маша – число b , причем $b \neq a$. Миша вычисляет значение выражения $M_1 := \frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2}$, Маша вычисляет значение выражения $M_2 := \frac{2}{1+ab}$. Если $M_1 > M_2$, то в игре побеждает Миша, а Маша побеждает в противоположном случае.

А) Напишите компьютерную программу, которая определяет победителя игры для всех значений $-10 \leq a \leq 10$ и $-10 \leq b \leq 10$ шагом 0,2 и выводит на экран частоту побед Миши.

Б) Может ли Миша выбирать число a так, чтобы Маша выигрывала, даже выбирая число b случайным образом?

4.3. Миша и Маша играют в игру с вещественными числами: Миша придумывает и объявляет число a , Маша – число b , причем $b \neq a$. Миша вычисляет значение выражения $M_1 := \frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2}$, Маша вычисляет значение выражения $M_2 := \frac{2}{1+ab}$. Если $M_1 > M_2$, то в игре побеждает Миша, а Маша побеждает в противоположном случае.

А) Напишите компьютерную программу, которая определяет победителя игры для всех значений $-5 \leq a \leq 5$ и $-5 \leq b \leq 5$ шагом 0,1 и выводит на экран частоту побед Маши.

Б) Может ли кто-то из участников гарантировать себе победу в игре?