#### ШКОЛЬНЫЕ ОЛИМПИАДЫ СП6ГУ 2021

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

# ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

## Условия задач

### 8-9 класс

## Задача 1. (5 баллов)

- **1.1** Полупроводниковые транзисторы, которые входят в состав современных микропроцессоров, имеют размеры порядка 10 нанометров (10 нм). Сколько прямоугольных ячеек размером 15 нм на 18 нм можно разместить на квадратной площадке со стороной 27 мм?
- **1.2.** Полупроводниковые транзисторы, которые входят в состав современных микропроцессоров, имеют размеры порядка 10 нанометров (10 нм). Сколько прямоугольных ячеек размером 10 нм на 20 нм можно разместить на квадратной площадке со стороной 1 см?
- **1.3.** Полупроводниковые транзисторы, которые входят в состав современных микропроцессоров, имеют размеры порядка 10 нанометров (10 нм). Сколько квадратных ячеек со стороной 15 нм можно разместить на прямоугольной площадке со сторонами 0,3 см на 0,5 см?
- **1.4.** Полупроводниковые транзисторы, которые входят в состав современных микропроцессоров, имеют размеры порядка 10 нанометров (10 нм). Сколько

квадратных ячеек со стороной 20 нм можно разместить на прямоугольной площадке со сторонами 15 мм на 12 мм?

## Задача 2. (5 баллов)

- 2.1. На военной базе имеется некоторое натуральное число одинаковых артиллерийских орудий. Каждый день все орудия одновременно производят один залп, после чего одно орудие консервируется, то есть, из него больше не производят стрельб. Через некоторое количество дней последнее орудие произвело одиночный выстрел, после чего было законсервировано. Можно ли, зная количество пустых гильз всех использованных снарядов, определить изначальное количество орудий. Входные данные натуральное число пустых гильз снарядов, выходные данные изначальное количество орудий или утверждение о том, что входная информация ошибочна.
- 2.2. На военной базе имеется некоторое число одинаковых артиллерийских орудий. Каждый день все орудия одновременно производят один залп, после чего три орудия консервируется, то есть из них больше не производят стрельб. Когда через некоторое количество дней остались два последних орудия, из них выстрелили один раз, после чего законсервировали. Можно ли, зная количество пустых гильз всех использованных снарядов, определить изначальное количество орудий. Входные данные натуральное число пустых гильз снарядов, выходные данные либо изначальное количество орудий, либо утверждение о том, что входная информация ошибочна.

### Задача 3. (5 баллов)

- **3.1.** Можно ли получить хорошую фотографию кабана, бегущего со скоростью 18 км/ч, используя фотокамеру, время экспозиции которой 3 мс? Чему будет равно смещение изображения? Фотография считается хорошей, если смещение изображения составляет не более 0,1 мм. Длина тела кабана от головы до хвоста 1 м, а длина его изображения на негативе 1 см.
- **3.2.** Можно ли получить хорошую фотографию бегущего со скоростью 36 км/ч лося, используя фотокамеру с временем экспозиции 2 мс? Чему будет равно смещение изображения? Фотография считается хорошей, если смещение изображения составляет не более 0,1 мм. Длина лося от головы до хвоста 2 м, а изображение на негативе 1 см.
- **3.3.** Можно ли получить хорошую фотографию бегущего со скоростью 54 км/ч оленя, используя фотокамеру с временем экспозиции 2 мс? Чему будет равно смещение изображения? Фотография считается хорошей, если смещение изображения составляет не более 0,1 мм. Длина оленя от головы до хвоста 1,5 м, а изображение на негативе 1 см.
- **3.4.** Можно ли получить хорошую фотографию бегущего со скоростью 18 км/ч кабана, используя фотокамеру с временем экспозиции 2 мс? Чему будет равно смещение изображения? Фотография считается хорошей, если смещение изображения составляет не более 0,1 мм. Длина кабана от головы до хвоста 1 м, а изображение на негативе 1 см.

#### Задача 4. (5 баллов)

**4.1.** В лаборатории есть два шарика, представляющих собой сплавы. Первый шарик – сплав цинка и меди (Cu–70%), диаметром 3 см и плотностью 8,5 г/см<sup>3</sup>. Второй шарик имеет диаметр 4 см, плотность 7,9 г/см<sup>3</sup>, и состоит из сплава меди и железа (Cu–80%).

Используя эти шарики, а также на выбор одну из двух кислот -9%-ю соляную или азотную такой же концентрации, необходимо получить водород нужен для получения тепловой энергии при его горении на воздухе.

Какой из указанных шариков и в какой кислоте необходимо растворить, чтобы получить максимальное количество тепла в последствии? Сколько при этом выделится теплоты? Запишите уравнения горения водорода и растворения металлов в кислотах, а также приведите необходимые расчеты.

В расчетах используйте, что образование 18 грамм воды при горении водорода сопровождается выделением 241,82 кДж энергии.

**4.2.** В лаборатории есть два шарика, представляющих собой сплавы. Первый шарик — сплав цинка и меди (Cu-60%), диаметром 4 см и плотностью 8,5 г/см<sup>3</sup>. Второй шарик имеет такой же диаметр, плотность 7,9 г/см<sup>3</sup>, и состоит из сплава меди и железа (Fe-40%).

Используя эти шарики, а также на выбор одну из двух кислот — 10% соляную или азотную такой же концентрации, необходимо получить водород нужен для получения тепловой энергии при его горении на воздухе.

Какой из указанных шариков и в какой кислоте необходимо растворить, чтобы получить максимальное количество тепла в последствии? Сколько при этом выделится теплоты? Запишите уравнения горения водорода и растворения металлов в кислотах, а также приведите необходимые расчеты.

В расчетах используйте, что образование 18 грамм воды при горении водорода сопровождается выделением 241,82 кДж энергии.

#### Задача 5. (5 баллов)

**5.1.** В 1973 году американский математик Нейл Слоун предложил концепцию «продолжительности жизни» натурального числа: перемножением всех цифр данного числа получаем новое число, затем перемножением всех цифр нового числа получаем третье число и так далее, пока не получится однозначное число. Количество шагов в цепочке от заданного числа до однозначного и есть его продолжительность жизни. Например,  $1234 \rightarrow 24 \rightarrow 8$  — это означает, что для числа 1234 продолжительность жизни равна 2.

Напишите компьютерную программу для расчета продолжительности жизни чисел и с помощью этой программы составьте таблицу распределения продолжительности жизни чисел из диапазона от 1900 до 1999. Строки таблицы должны быть упорядочены по продолжительности жизни чисел от меньшего значения к большему; первый столбец таблицы — продолжительность жизни числа, во втором столбце — количество чисел с продолжительностью жизни из первого столбца, а в третьем — список всех таких чисел через запятую.

## Задача 6. (5 баллов)

- **6.1.** Груз массой 50 кг, находящийся на дне шахты, глубина которой 60 м, поднимают с помощью каната, перекинутого через блок. Когда канат тянет грузчик Петрович, груз поднимается на поверхность за 5 минут 30 секунд, а когда канат тянет конь по кличке Пегас за 50 секунд. Пусть эффективность работы Петровича и Пегаса определяется сравнением средней полезной мощности, развитой ими при поднятии груза, со средней мощностью, которую развивают при нормальном физическом напряжении человек (80 Вт) и лошадь (736 Вт) соответственно. Кто работал эффективнее, Петрович или Пегас?
- **6.2.** Средняя лошадь мощностью 1 лошадиная сила (736 Вт) поднимает 3,5 тонны угля из десятиметровой шахты за 10 минут. А электродвигатель, подключенный к сети 220 В и потребляющий ток 10 А поднимает такое же количество угля за 4 минуты. Определите и сравните КПД лошади и электродвигателя. Ускорение свободного падения  $10\text{м/c}^2$ .
- **6.3.**Средняя лошадь мощностью 1 лошадиная сила (736 Вт) поднимает 2 тонны угля из десятиметровой шахты за 6 минут. А электродвигатель, подключенный к сети 220 В и потребляющий ток 10 А поднимает такое же количество угля за 3 минуты. Определите и сравните КПД лошади и электродвигателя. Ускорение свободного падения  $10\text{m/c}^2$