Задания заключительного этапа Олимпиады школьников СПбГУ 2018–2019 учебного года по комплексу предметов Инженерные системы

8-9 класс

<u>Задача № 1</u>

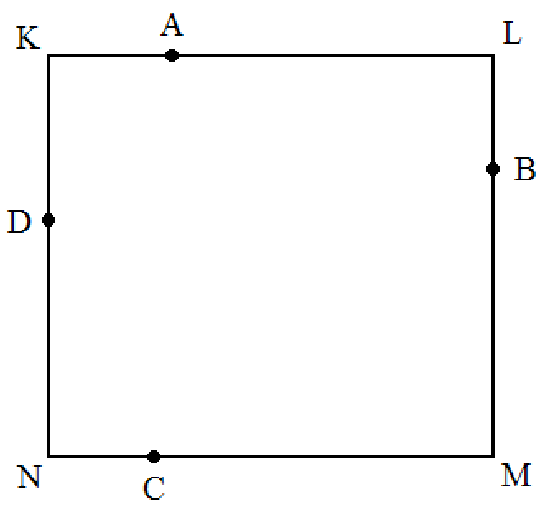
Вариант 1.

Четыре секретные шахты (можно считать их точками) расположены так, что никакие три из них не лежат на одной прямой (временно предположим, что Земля плоская). Для защиты шахт от вторжения инопланетян нужно расположить систему лазерных пушек (их тоже можно считать точками) в вершинах некоторого правильного многоугольника таким образом, чтобы все шахты находились на сторонах этого многоугольника и никакие две шахты не попали на одну сторону. Пушка не может быть наложена на шахту. Какое наименьшее число пушек достаточно для защиты шахт?

<u>Решение:</u>

Согласно условию задачи на каждой стороне многоугольника с пушками в вершинах не может находиться более одной шахты. Поскольку шахт всего 4 то минимальное количество вершин у многоугольника (а значит и сторон) так же 4. Остается ответить на вопрос: можно ли построить квадрат так чтобы указанные шахты (точки) оказались на его различных сторонах.

Пусть точки A, B, C и D – шахты, а K, L, M и N – вершины квадрата K L M N, в которых разместим пушки.



Рассмотрим два факта:

а) диагональ квадрата является биссектрисой его углов;

б) вершина квадрата должна лежать на окружности, диаметром которой являются точки расположенные на прилежащих к рассматриваемой вершине сторонах.

На основе этих двух фактов составим алгоритм построения квадрата в случае когда его можно построить.

1) Построим окружность ω_1 на отрезке AB как на диаметре.

2) Построим окружность ω_2 на отрезке CD как на диаметре.

3) Соединим прямой l середины дуг окружностей ω_1 и ω_2 при этом выбираем те дуги которые лежат в той же полуплоскости относительно диаметра, что и центр другой окружности.

4) Прямая l пересекает окружности ω_1 и ω_2 еще в двух точках, которые являются противоположными вершинами искомого квадрата.

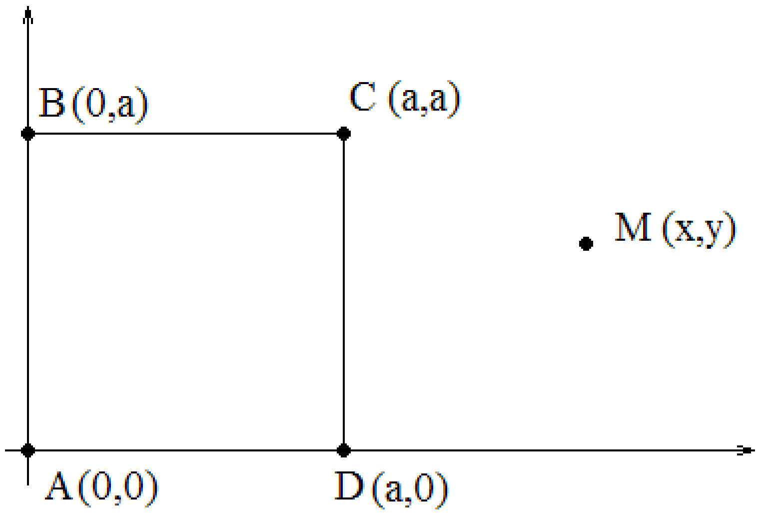
Далее можно соединить найденные вершины квадрата с заданными точками.

Вариант 2.

Шпиону известно, что четыре секретные шахты расположены в вершинах квадрата. Он знает, что три из них расположены на расстоянии 5 км, 6 км и 12 км от точки, в которой он в данный момент находится. Может ли шпион определить расстояние от него до четвертой шахты и направление на нее относительно известных ему шахт?

Решение:

Пусть точки A, B, C и D – шахты, а M – точка в которой находится шпион.
Введем систему координат так как показано на рисунке.



Неизвестную сторону квадрата обозначим через a, тогда:

$AM^2 = (x-0)^2 + (y-0)^2 = x^2 + y^2$

$BM^2 = x^2 + (y-a)^2$

$CM^2 = (x-a)^2 + (y-a)^2$

$DM^2 = (x-a)^2 + y^2$

Справедливо равенство: $AM^2 + CM^2 = BM^2 + DM^2$

Рассматривая различные варианты распределения известных расстояний, определяем расстояние d до четвертой вершины квадрата. В силу того, что $12^2 > 5^2 + 6^2$ имеем только две возможности:

$d_1^2 = 12^2 + 5^2 - 6^2 = 133$

или

$d_2^2 = 12^2 + 6^2 - 5^2 = 155$

Следовательно, однозначно определить расстояние до четвертой шахты шпиону не удастся. Можно ли определить направление на шахту?

Если мы составим систему уравнений для нахождения сторон квадрата (для наперед заданной точки M в системе координат, связанной с квадратом $ABCD$), то можно убедиться, что и сторона квадрата, по имеющимся значениям расстояний, определяется не однозначно т.к. система:

$$\begin{cases} x^2+y^2=144 \\ (x-a)^2+(y-a)^2=25 \\ (x-a)^2+y^2=36 \end{cases} \Rightarrow (a^2+108)^2+(a^2+11)^2=4a^2\cdot 144$$

имеет два решения:

$x_1 \approx 10{,}406,\ y_1 \approx 5{,}976,\ a_1 \approx 10{,}946,$

и

$x_2 \approx 11{,}207,\ y_2 \approx 4{,}291,\ a_2 \approx 7{,}031.$

Рассмотрим алгоритм построения квадрата, используя расстояния от некоторой точки до трех его вершин.

1) Откладываем отрезок АМ.

2) Строим точку М ' такую, что

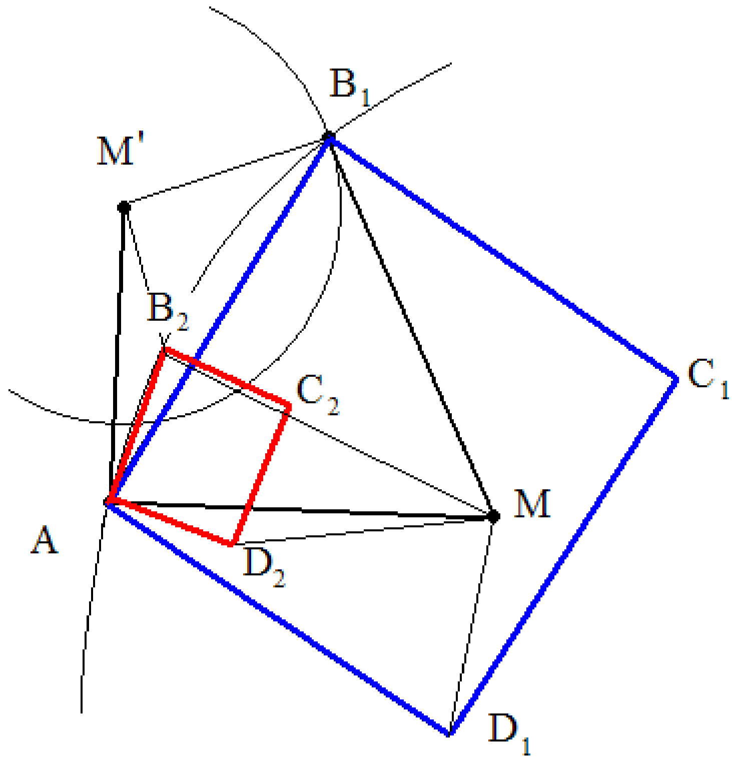
АМ'= АМ

и угол М'АМ – прямой.

3) проводим окружность с центром в точке М' и радиусом МВ.

Точки пересечения окружностей – это два возможных положения точек вершины квадрата В, соответствующие разным длинам квадрата.

Имея положение точек А, В и М построим весь квадрат (два квадрата).



Заметим, что существуют еще два квадрата, удовлетворяющих условию задачи – они симметричны построенным относительно прямой АМ.

Соответственно получаем, что если шпион находится в чистом поле и ничего кроме трех чисел не знает то определить, где находится четвертая шахта, он не сможет. Но если шпион ориентирован хотябы относительно двух шахт, то он сможет выбрать из нескольких возможных квадратов который ему нужен. Причем первым он должен использовать направление на шахту А, затем построить возможные квадраты, а далее, с помощью известного ему направления на другую шахту совершить выбор.

<u>Задача № 2</u>

Вариант 1.

Энергетическая установка охлаждается проточной водой, циркулирующей в цилиндрической спиральной трубке диаметром 30 мм. В рабочем режиме вода нагревается на 30 °С. С какой скоростью должна циркулировать вода, если на ее нагрев тратится 50 кВт. Теплоемкость воды с = 4200 Дж/(кг·°С).

Решение:

Рассмотрим некоторый небольшой объемчик воды в охлаждающей системе. Его нагревание происходит все время, пока он движется в трубке. Очевидно, это время есть

$$\tau = l / v, \qquad (1)$$

где l — длина трубки, v — скорость движения воды (по условию она постоянна).
Если ρ — плотность воды, а V — объем трубки, то масса воды в ней

$$m = \rho \cdot V.$$

Поскольку трубка цилиндрическая с заданным диаметром d, то

$$V = lS = l\pi d^2 / 4$$

(здесь S — площадь поперечного сечения трубки). Таким образом,

$$m = \frac{\rho l \pi d^2}{4} = \frac{\rho v \tau \pi d^2}{4}, \qquad (2)$$

где учтено соотношение (1). За время τ эта вода в трубке получит теплоту

$$Q = m c \Delta t, \qquad (3)$$

где Δt — изменение температуры воды в результате ее нагрева. Соответственно, мощность, которая тратится на нагрев воды в трубке, равна

$$N = Q / \tau.$$

Подставляя (3) и (2) и сокращая на время τ, получим

$$N = \frac{\rho v \pi d^2 c \Delta t}{4}.$$

Отсюда находим искомую скорость

$$v = \frac{4N}{\rho \pi d^2 c \Delta t} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{1000 \cdot \pi \cdot \left(3 \cdot 10^{-2}\right)^2 \cdot 4200 \cdot 30} \approx 0.56 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 0.56$ м/с.

Вариант 2.

Энергетическая установка охлаждается проточной водой, циркулирующей со скоростью 0.5 м/с в цилиндрической спиральной трубке диаметром 50 мм. В рабочем режиме вода нагревается на 25 °С. Какая мощность тратится на нагрев воды в трубке? Теплоемкость воды с = 4200 Дж/(кг·°С).

Ответ: 103 кВт.

Вариант 3.

Энергетическая установка охлаждается проточной водой, циркулирующей в цилиндрической спиральной трубке со скоростью 1 м/с. В рабочем режиме вода нагревается на 19 °С. Известно, что на нагрев воды тратится 100 кВт. Чему равен диаметр трубки? Теплоемкость воды с = 4200 Дж/(кг·°С).

Ответ: 40 мм.

Задача № 3

Вариант 1.

Ядра урана-235 при поглощении свободных нейтронов могут распадаться на более легкие ядра. При этом каждый распад ^{235}U приводит к выделению в среднем $E0 = 180\ МэВ$ энергии и к появлению двух или трех свободных нейтронов ($180\ МэВ = 180 \cdot 10^6\ эВ$, $1\ эВ = 1.6 \cdot 10^{-19}\ Дж$ — электрон-вольт, внесистемная единица измерения энергии). Таким образом, каждый распад ^{235}U дает возможность для осуществления еще 2-3 реакций распада других ядер ^{235}U, в каждой из которых появляются 2-3 нейтрона нового поколения и выделяется энергия E0. Если ядер ^{235}U достаточно много, то число нейтронов, а, значит, и число реакций распада ^{235}U нарастает лавинообразно — развивается так называемая цепная ядерная реакция.

Пусть в ядерное топливо, состоящее из ядер урана-235, в начальный момент времени попадает N0=100 нейтронов. Какое наименьшее число этапов цепной реакции деления ^{235}U должно произойти для того, чтобы выделилось более Et=0.078 микроджоулей энергии, если к реакции приводит каждый имеющийся в топливе свободный нейтрон? Считать, что

1) при каждом распаде ядра ^{235}U выделяется в среднем 2.47 нейтрона (при отдельном распаде может появиться, конечно, только целое число нейтронов — обычно 2 или 3, но усреднение числа появляющихся нейтронов по множеству распадов дает дробное число 2.47);

2) все нейтроны нового поколения появляются одновременно;

3) все нейтроны одного поколения поглощаются ядрами урана-235 одновременно.

Решение:

Выразим две заданные в условии энергии E0 и Et в каких-нибудь одних единицах, например, в МэВ:

$$Et = 0.078 \cdot 10^{-6}\ Дж = \frac{7.8 \cdot 10^{-8}\ Дж}{1.6 \cdot 10^{-19}\ Дж} = 4.875 \cdot 10^{11}\ эВ = 4.875 \cdot 10^{5}\ МэВ.$$

Найдем, сколько реакций распада ^{235}U должно произойти для того, чтобы выделилась энергия, равная Et:

$$\frac{Et}{E0} = \frac{487500}{180} \approx 2708.3.$$

Поэтому для того, чтобы превысить энергию Et, должно произойти NU=2709 распадов.

На первом этапе произойдет N0 реакций распада, на втором — 2.47·N0, на третьем — 2.47·(2.47·N0),… на этапе m — 2.47^{m-1}·N0 реакций. Всего за m этапов произойдет

$$Nm = N0 \cdot \left(1 + 2.47 + 2.47^2 + \ldots + 2.47^{m-1}\right)$$

распадов. Таким образом, для решения задачи нужно найти наибольшее число m такое, что Nm < NU. Тогда необходимое число этапов цепной реакции будет m+1. Решая это неравенство перебором возможных значений m, находим, что m+1 = 5:

$$100*(1+2.47+2.47^2+2.47^3)\approx 2464<2708.$$

<u>Ответ</u>: 5 этапов.

<u>Замечание:</u> Используя формулу для суммы геометрической прогрессии, а также свойства логарифма (материал, который проходят в старших классах школы), можно при решении этой задачи обойтись и без перебора возможных значений m:

$$Nm=N0\cdot\left(1+2.47+2.47^2+...+2.47^{m-1}\right)=N0\cdot\frac{2.47^m-1}{2.47-1}=N0\cdot\frac{2.47^m-1}{1.47}.$$

Так как должно быть Nm < NU, то получаем следующее неравенство для оценки m:

$$2.47^m<1.47\cdot\frac{NU}{N0}+1$$

или, логарифмируя,

$$m<\frac{\ln\left(1.47NU/N0+1\right)}{\ln 2.47}\approx 4.1.$$

Наибольшее целое число, которое меньше 4.1 — это 4. Поэтому m+1 = 5.

Вариант 2.

Ядра урана-235 при поглощении свободных нейтронов могут распадаться на более легкие ядра. При этом каждый распад ^{235}U приводит к выделению в среднем $E0=180\,МэВ$ энергии и к появлению двух или трех свободных нейтронов ($180\,МэВ=180\cdot10^6\,эВ$, $1\,эВ=1.6\cdot10^{-19}\,Дж$ — электрон-вольт, внесистемная единица измерения энергии). Таким образом, каждый распад ^{235}U дает возможность для осуществления еще 2-3 реакций распада других ядер ^{235}U, в каждой из которых появляются 2-3 нейтрона нового поколения и выделяется энергия E0. Если ядер ^{235}U достаточно много, то число нейтронов, а, значит, и число реакций распада ^{235}U нарастает лавинообразно — развивается так называемая цепная ядерная реакция.

Пусть в ядерное топливо, состоящее из ядер урана-235, в начальный момент времени попадает N0=200 нейтронов. Какое наименьшее число этапов цепной реакции деления ^{235}U должно произойти для того, чтобы выделилось более Et=0.144 микроджоулей энергии, если к реакции приводит каждый имеющийся в топливе свободный нейтрон? Считать, что

1) при каждом распаде ядра ^{235}U выделяется в среднем 2.47 нейтрона (при отдельном распаде может появиться, конечно, только целое число нейтронов — обычно 2 или 3, но усреднение числа появляющихся нейтронов по множеству распадов дает дробное число 2.47);

2) все нейтроны нового поколения появляются одновременно;

3) все нейтроны одного поколения поглощаются ядрами урана-235 одновременно.

Ответ: 5 этапов.

Задача № 4

Вариант 1.

Пусть дана некоторая химическая реакция:

$$n_1 X_{k_1} + n_2 O_2 = n_3 X_2 O_{k_3},$$

где n_1, n_2, n_3, k_1, k_3 – целые числа.

Напишите программу для нахождения коэффициентов n_1, n_2 и n_3, уравнивающих приведенную реакцию для произвольного вещества X; числа k_1 и k_3 являются заданными входными данными для работы программы (k_3 — степень окисления в оксиде $X_2O_{k_3}$). Предполагается, что могут образовываться только оксиды (но не пероксиды).

Примечание: Программа должна содержать комментарии, объясняющие выполняемые действия. Отсутствие комментариев влечет за собой снижение получаемых за задачу баллов!

Решение:

Закон сохранения массы вещества в применении к рассматриваемой реакции дает

$$\begin{cases} n_1 \cdot k_1 = 2 \cdot n_3 \\ 2 \cdot n_2 = n_3 \cdot k_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_3 = n_1 \cdot k_1 / 2 \\ n_2 = n_3 \cdot k_3 / 2 \end{cases} \Rightarrow n_2 = n_1 \cdot (k_1/2) \cdot (k_3/2).$$

Подставим найденные выражения для коэффициентов n_2 и n_3 в уравнение реакции

$$n_1 X_{k_1} + \left(\frac{n_1 k_1 k_3}{4}\right) O_2 = \left(\frac{n_1 k_1}{2}\right) X_2 O_{k_3}.$$

В уравнениях химических реакций принято сокращать коэффициенты на наибольший общий делитель, поэтому поделим все три коэффициента на n_1, а также домножим их на 4, поскольку в уравнениях химических реакций коэффициенты должны быть целыми. Таким образом, получим уравнение в следующем виде:

$$4X_{k_1} + k_1 k_3 O_2 = 2k_1 X_2 O_{k_3}.$$

Отсюда ясно, что коэффициент n_1 может принимать только значения 1, 2 или 4, а какое именно — это определяется четностью чисел k_1 и k_3.

Составим таблицу для вычисления коэффициентов n_1, n_2 и n_3:

задается		вычисляется		
k_1	k_3	n_1	n_2	n_3
нечетное	нечетное	4	$k_1 \cdot k_3$	$2 \cdot k_1$
нечетное	четное $k_3 = 2 \cdot i_3$, i_3 — целое	2	$k_1 \cdot i_3$	k_1
четное $k_1 = 2 \cdot i_1$, i_1 — целое	нечетное	2	$i_1 \cdot k_3$	k_1
четное $k_1 = 2 \cdot i_1$, i_1 — целое	четное $k_3 = 2 \cdot i_3$, i_3 — целое	1	$i_1 \cdot i_3$	i_1

Соответствующие вычисления по заданным k_1 и k_3 дают:

задается		вычисляется			уравнение реакции
k_1	k_3	n_1	n_2	n_3	$n_1 X_{k_1} + n_2 O_2 = n_3 X_2 O_{k_3}$
1	1	4	1	2	$4X \ + O_2 = 2X_2O$
1	2	2	1	1	$2X \ + O_2 = X_2O_2$
2	1	2	1	2	$2X_2 + O_2 = 2X_2O$
2	2	1	1	1	$X_2 + O_2 = X_2O_2$
…	…	…	…	…	…

Программа разбивается на следующие этапы:

1) ввод чисел k_1 и k_3;

2) в зависимости от их четности выбирается соответствующая строка из таблицы;

3) вычисление коэффициентов n_1, n_2, n_3;

3) вывод полученных коэффициентов на экран.

При этом следует учесть, что k_3 не может быть больше степени окисления атома элемента разделенной на 2, то есть ограничено числом валентных электронов.
С коэффициентов k_1 ситуация иная: для твердых веществ и жидкостей всегда берут 1, так как при нормальных условиях соответствующие простые вещества для 11 элементов являются газами (H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe, Rn), для 2 — жидкостями (Br, Hg), для остальных элементов — твёрдыми телами. Из приведенных газов может быть только случай k_1 =1, 2, 3.

Могут быть кластеры, вроде фуллеренов C60 и прочее, но эти случаи в задаче не рассматриваются (если они учтены в решении участника то возможно начисление дополнительного балла за оригинальность).

<u>*Замечание:*</u> по условию задачи необходимо рассматривать оксиды XO, однако в таблице может получиться пероксид X_2O_2 который должен быть исключен из рассмотрения. Для оксидов в общем случае возможно: $X_2O,\ XO,\ X_2O_3,\ XO_2,\ X_2O_5,\ XO_3,\ X_2O_7$.

Вариант 2.

Пусть дана некоторая химическая реакция:

$$n_1X_{k_1} + n_2S = n_3X_2S_{k_3},$$

где n_1, n_2, n_3, k_1, k_3 – целые числа.

Напишите программу для нахождения коэффициентов n_1, n_2 и n_3, уравнивающих приведенную реакцию для произвольного вещества X; числа k_1 и k_3 являются заданными входными данными для работы программы (k_3 — степень окисления в сульфиде $X_2S_{k_3}$). Предполагается, что могут образовываться только сульфиды (но не другие соединения серы).

<u>*Примечание:*</u> *Программа должна содержать комментарии, объясняющие выполняемые действия. Отсутствие комментариев влечет за* собой снижение получаемых за задачу баллов!

<u>Решение:</u>

Решение аналогично (см. предыдущую задачу).

<u>Задача № 5</u>

Вариант 1.

На рычажных весах уравновешены два стакана, содержащих одинаковые массы растворов, равные 10 г. В первом стакане находится раствор сульфата меди(II), в который опущены два графитовых электрода, и они при этом не касаются стенок стакана. Во втором стакане — раствор серной кислоты, содержащий также несколько капель фенолфталеина. Над стаканом с кислотой находится бюретка, заполненная раствором гидроксида натрия с плотностью 1.1089 г/мл.

Одновременно запускают два процесса: открывают кран бюретки и подключают электроды к цепи постоянного тока. При этом скорость истечения жидкости из бюретки составляет 0.02 мл/с, а сила тока в цепи 0.6 А. Через некоторое время раствор во втором стакане приобретает малиновый цвет, и в этот же момент электроды отключают от цепи. При этом масса раствора во втором стакане оказывается в два раза больше, чем в первом.

Определите:

1) время, через которое раствор во втором стакане окрасился в малиновый цвет;

2) объем гидроксида натрия, который за это время вытек из бюретки;

3) объем газа (при нормальных условиях) выделившегося во время электролиза.

Запишите уравнения протекающих химических реакций.

Решение:

Запишем уравнения химических реакций, протекающих в стаканах. В первом стакане происходит электролиз раствора на инертных электродах:

$$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$$

При этом на катоде происходит восстановление ионов меди до металлической меди, которая оседает на электроде, на аноде выделяется кислород. Электродные процессы здесь следующие:

$$\text{Катод: } Cu^{2+} + 2\bar{e} = Cu^0$$

$$\text{Анод: } 2H_2O - 4\bar{e} = 4H^+ + O_2$$

Во втором стакане идет реакция нейтрализации кислоты щелочью:

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

Используем данные о процессах, которые протекают в двух стаканах. Скорость истечения гидроксида натрия из бюретки определяется отношением вытекшего объема и временем, за которое это истечение произошло:

$$v(бюр) = \frac{V(NaOH)}{t} \quad => \quad t = \frac{V(NaOH)}{v(бюр)}.$$

Уравнение Фарадея для электролиза дает

$$\frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} \quad => \quad t = \frac{m(Cu) \cdot z \cdot F}{I \cdot M(Cu)}$$

(здесь $m(Cu)$ — масса меди, выделившейся на катоде, $M(Cu)$ – ее молярная масса, z – число электронов, участвующих в процессе восстановления ионов меди, I – сила тока, F – постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль).

Оба процесса (вытекание гидроксида натрия и электролиз) протекают в течение одного и того же времени, поэтому можно приравнять правые части обоих выражений для t, записанные выше,

$$t = \frac{V(NaOH)}{v(бюр)} = \frac{m(Cu) \cdot z \cdot F}{I \cdot M(Cu)}.$$

Подставим сюда известные величины:

$$\frac{V(NaOH)}{0.02} = \frac{m(Cu) \cdot 2 \cdot 96500}{0.6 \cdot 64}.$$

Отсюда

$$V(NaOH) = 100.5 \cdot m(Cu),$$

где объем гидроксида натрия выражен в миллилитрах.

Далее используем известные из условия соотношения между массами стаканов с растворами в начале (m_0) и после окончания процессов ($m_1^{(1)}$ и $m_1^{(2)}$). До начала процессов массы растворов в обоих стаканах одинаковы: m_0=10 г. Масса первого стакана после завершения электролиза равна

$$m_1^{(1)} = m_0 - m(Cu) - m(O_2).$$

Масса второго стакана после процесса нейтрализации:

$$m_1^{(2)} = m_0 + m(NaOH) = m_0 + \rho(NaOH) \cdot V(NaOH),$$

где $\rho(NaOH)$ — плотность раствора гидроксида натрия. По условию имеем

$$2 \cdot m_1^{(1)} = m_1^{(2)}.$$

Тогда

$$2\left(m_0 - m(Cu) - m(O_2)\right) = m_0 + \rho(NaOH) \cdot V(NaOH).$$

Из уравнения процесса электролиза известно, как связаны количества вещества меди и кислорода:

$$\frac{n(Cu)}{n(O_2)} = \frac{2}{1} \quad => \quad n(O_2) = \frac{n(Cu)}{2} \quad =>$$

$$\frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{m(Cu)}{2 \cdot M(Cu)} \quad => m(O_2) = \frac{M(O_2) \cdot m(Cu)}{2 \cdot M(Cu)}.$$

Таким образом, уравнение связи масс стаканов после процесса есть

$$2\left(m_0 - m(Cu) - \frac{M(O_2) \cdot m(Cu)}{2 \cdot M(Cu)}\right) = m_0 + \rho(NaOH) \cdot V(NaOH)$$

или, преобразуя,

$$2\left(m_0 - m(Cu) \cdot \left(1 + \frac{M(O_2)}{2 \cdot M(Cu)}\right)\right) = m_0 + \rho(NaOH) \cdot V(NaOH).$$

Подставим известные величины и раскроем скобки:

$$10 - 2.5 \cdot m(Cu) = 1.1089 \cdot V(NaOH).$$

Совместное решение двух уравнений

$$\begin{cases} V(NaOH) = 100.5 \cdot m(Cu) \\ 10 - 2.5 \cdot m(Cu) = 1.1089 \cdot V(NaOH) \end{cases}$$

позволяет определить неизвестные величины, именно,

$$V(NaOH) = 8.82 \text{ мл},$$

$$m(Cu) = 0.0878 \text{ г}.$$

Учтем, что при нормальных условиях один моль газа равен $V_m = 22.4$ л/моль. Тогда объем кислорода, выделившегося во время электролиза,

$$V(O_2) = \frac{V_m(O_2) \cdot m(Cu)}{2 \cdot M(Cu)} = \frac{22.4 \cdot 0.0878}{2 \cdot 64} = 0.01537 \text{ л=15.37 мл}.$$

Время протекания процесса теперь также можно найти:

$$t = \frac{V(NaOH)}{v(бюр)} = \frac{8.83}{0.02} = 441.5 \text{ с}.$$

<u>Ответ</u>:
1) время протекания процессов: 441.5 с;
2) объем вытекшего гидроксида натрия: 8.82 мл;
3) объем выделившегося при электролизе газа: 5.37 мл.

Вариант 2.

На рычажных весах уравновешены два стакана, содержащих одинаковые массы растворов, равные 15 г. В первом стакане находится раствор сульфата меди(II), в который опущены два графитовых электрода, и они при этом не касаются стенок стакана. Во втором стакане — раствор серной кислоты, содержащий также несколько капель фенолфталеина. Над стаканом с кислотой находится бюретка, заполненная раствором гидроксида натрия с плотностью 1.1089 г/мл.

Одновременно запускают два процесса: открывают кран бюретки и подключают электроды к цепи, сила тока в которой 1 А. Через 1000 с раствор во втором стакане приобретает малиновый цвет, и в этот же момент электроды отключают от цепи. При этом масса раствора во втором стакане оказывается в четыре раза больше, чем в первом.

<u>Определите:</u>

1) скорость истечения жидкости из бюретки;

2) объем гидроксида натрия, который за это время вытек из бюретки;

3) объем газа (при нормальных условиях) выделившегося во время электролиза.

Запишите уравнения протекающих химических реакций.

<u>Ответ:</u>
1) скорость истечения: 0.039 мл/с
2) объем гидроксида натрия: 39.1 мл
3) объем выделившегося газа: 58.0 мл.