

Новые материалы

2022/23 учебный год

Первый отборочный этап

Предметный тур. Информатика

Первая попытка. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.1.1. Три квадрата (15 баллов)

Темы: математика, задачи для начинающих.

Условие

Фермер владеет участком земли в форме прямоугольника с длинами сторон a и b . Недавно фермер понял, что может разбить свой участок на три части так, что каждая часть будет иметь форму квадрата, и решил воспользоваться этой возможностью. Напишите программу, которая найдет площадь каждой части после разбиения.

Формат входных данных

На вход подается два натуральных числа a и b — длины сторон прямоугольника. Числа не превосходят 1000. Каждое число подается в отдельной строке. Гарантируется, что длины сторон таковы, что прямоугольник может быть разбит на три квадрата.

Формат выходных данных

Требуется вывести через пробел три натуральных числа — площади каждого из участков после разбиения. Числа могут выводиться в произвольном порядке.

Методика проверки

Программа проверяется на 12-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

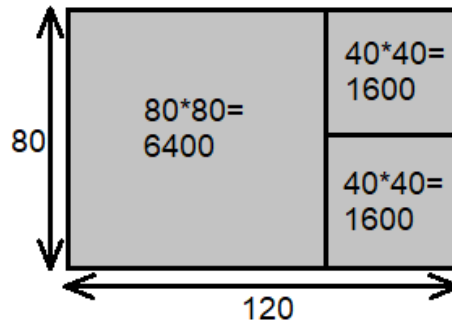
Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
120 80
Стандартный вывод
6400 1600 1600

Пояснения к примеру

При заданных размерах прямоугольник может быть разбит на три квадрата так, как показано на рисунке ниже. Обратите внимание, что могут существовать и другие варианты разбиения.



Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

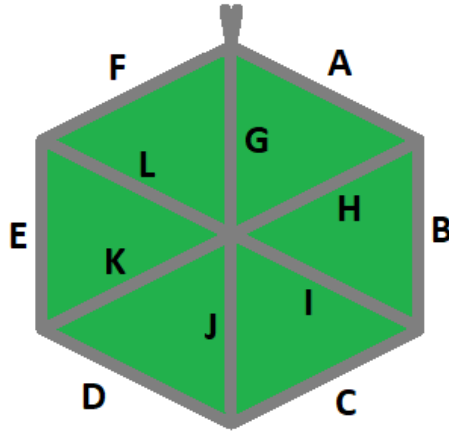
```
1 a, b = map(int, input())
2 if a > b:
3     a, b = b, a
4 s1 = a * a
5 s2 = (a * b - s1) // 2
6 print(s1, s2, s2)
```

Задача II.1.1.2. Пробежка в шестиугольном парке (18 баллов)

Темы: конструктивное построение, задачи для начинающих.

Условие

Иван Иванович совершает пробежки по парку, который имеет форму шестиугольника. В парке 12 аллей, обозначенных символами латинского алфавита от «А» до «L». Схему парка смотрите на рисунке. Длина каждой аллеи ровно 100 м. В парке есть только один вход у перекрестка аллей «А», «F», «G». Иван Иванович хочет начать и закончить пробежку у входа в парк и пробежать ровно k м. На каждом перекрестке Иван Иванович может повернуть в любую сторону, но он не хочет поворачивать назад.



Напишите программу, которая составит любой маршрут движения, удовлетворяющий указанным требованиям.

Формат входных данных

На вход в подается одно натуральное число k — желаемая длина маршрута, $300 \leq k \leq 10000$. Число k делится на 100 без остатка.

Формат выходных данных

Требуется вывести строку из $k/100$ символов, содержащую обозначения аллей в построенном маршруте.

Методика проверки

Программа проверяется на 18-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
800
Стандартный вывод
FLKEFAHG

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 a=int(input())//100
2 ans=''
3 while a>=6:
4     ans+='AHG'

```

```
5     a-=3
6     sol=['', '', '', 'AHG', 'ABIG', 'ABCJG']
7     print(ans+sol[a])
```

Задача П.1.1.3. Знакопеременная сумма (25 баллов)

Темы: префиксные суммы.

Условие

Знакопеременной суммой последовательности чисел a_1, a_2, \dots, a_k называется результат вычисления выражения $a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + a_5 - \dots + (-1)^{k+1}a_k$. Другими словами, мы складываем все числа в последовательности, но элементы с нечетными номерами мы берем со знаком плюс, а четные со знаком минус.

Задан массив x_1, x_2, \dots, x_n из n целых чисел и m запросов. Каждый запрос содержит по два натуральных числа b и e . В ответ на каждый запрос ваша программа должна взять подмассив с номерами элементов от b до e включительно и посчитать его знакопеременную сумму $x_b - x_{b+1} + x_{b+2} - x_{b+3} + \dots + (-1)^{e-b}x_e$

Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n размер массива чисел, $1 \leq n \leq 10^5$. Во второй строке через пробел записаны элемент массива целые числа x_1, x_2, \dots, x_n . Каждое из чисел не превосходит 10^6 по абсолютной величине. Далее в третьей строке записано одно натуральное число m количество запросов, $1 \leq m \leq 10^5$. В каждой из m последующих строк записано по два числа b_i и e_i таких, что $1 \leq b_i \leq e_i \leq n$. Каждая пара чисел задает границы подмассива для выполнения одного запроса.

Формат выходных данных

Требуется вывести через пробел m целых чисел s_1, \dots, s_m . Каждое из чисел должно быть равно знакопеременной сумме соответствующего подмассива.

Если вы программируете на Python, то убрать перенос строки в функции `print` можно при помощи именованного параметра `end`, например, `print(a, end='')`.

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется. В первых 10-ти тестах размер массива и количество запросов не превосходят 1000.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5
7 -4 1 3 2
4
2 2
1 3
2 4
4 5

Стандартный вывод
-4 12 -2 1

Пояснения к примеру

Для каждого из запросов ответ получается следующим образом:

$$-4 = -4$$

$$7 - (-4) + 1 = 12$$

$$-4 - 1 + 3 = -2$$

$$3 - 2 = 1$$

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n=int(input())
2 X=list(map(int,input().split()))
3 S=[0]
4 m=1
5 for x in X:
6     S.append(S[-1]+m*x)
7     m=-m
8 m=int(input())
9 ans=''
10 for i in range(3,m+3):
11     b,e=map(int,input().split())
12     s=S[e]-S[b-1]
13     if b%2==0:
14         s=-s
15     print(s,end=' ')
```

Задача П.1.1.4. Проверка корректности маршрута (25 баллов)

Темы: реализация.

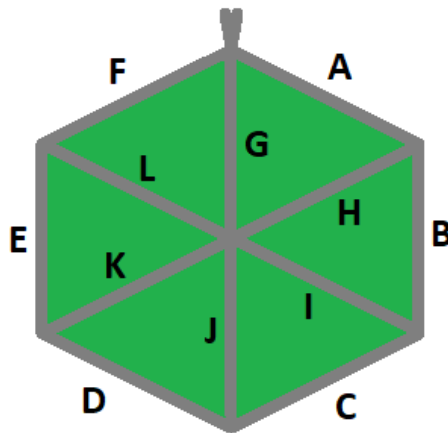
Условие

В некоторых случаях проверить корректность работы программы гораздо сложнее, чем написать ее. Сейчас у вас будет шанс в этом убедиться. От вас требуется написать программу для проверки корректности ответа второй задачи этой попытки. Напомним ее условие.

Имеется парк в виде шестиугольника с 12-ю аллеями, которые обозначены заглавными символами латиницы. В парке есть только один вход у перекрестка аллей «А», «F», «G». Схема парка приведена ниже. Требуется проверить корректность составленного маршрута движения по этому парку. Маршрут представляется как последовательность символов, представляющих аллеи в том порядке, в котором они были пройдены. Маршрут движения считается корректным если выполняются следующие требования.

- Описание маршрута содержит только символы от «А» до «L».
- Маршрут начинается и заканчивается у входа в парк.
- Запрещено разворачиваться на 180° . В частности, это означает, что начав движение с одного конца аллеи, вы обязательно дойдете до другого ее конца, причем на перекрестке вы должны будете перейти на другую аллею.

На вход вашей программе будет подано несколько описаний маршрутов. Ваша программа должна будет определить, какие из них удовлетворяют указанным требованиям.



Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n — количество проверяемых маршрутов, $1 \leq n \leq 20$. Далее в n строках записаны сами маршруты. Описание каждого маршрута состоит из последовательности заглавных символов латиницы. Каждое описание не пустое, и содержит не более 100 символов.

Формат выходных данных

Программа должна вывести строку из n нулей и единиц. Единица на i -той позиции означает, что маршрут с номером i является корректным. В противном случае в этой позиции должен быть записан ноль.

Методика проверки

Программа проверяется на 5-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 5 баллов. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 ABCDKHA FMG ABBA ABCEF BCDEF ABCDK
Стандартный вывод
100000

Пояснения к примеру

Первый маршрут является корректным.

Второй маршрут содержит недопустимое обозначение аллеи.

В третьем маршруте происходит разворот на 180°.

Четвертый маршрут не является связным. После третьего шага он приходит к перекрестку «С», «D», «J» и с него нельзя попасть на аллею «E».

Пятый маршрут начинается не у входа.

Шестой маршрут заканчивается не у входа.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 def checkway(way):
2     c=0
3     p='Z'
4     for x in way:
5         if x<'A' or x>'L' or x==p:
6             return False
7         p=x
8         num=ord(x)-ord('A')
9         if num>5:
10            if c==6:
11                c=num-6
12            elif c==num-6:
13                c=6
14            else:
15                return False
16     else:
```

```

17         if c==num:
18             c=(c+1)%6
19         elif c==(num+1)%6:
20             c=(c+5)%6
21         else:
22             return False
23     return c==0
24
25     m=int(input())
26     for i in range(m):
27         print(int(checkway(input()))))

```

Вторая попытка. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.2.1. Стрелки часов (12 баллов)

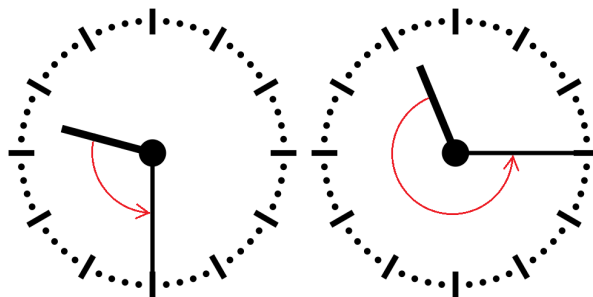
Темы: математика, задачи для начинающих.

Условие

Иван Иванович посмотрел на часы и заметил, что минутная и часовая стрелки образуют угол в α° . С этого момента прошло h ч и m мин. Напишите программу, которая вычислит угол между стрелками после истечения этого времени.

Угол измеряется от часовой до минутной стрелки в направлении против хода часов. Если стрелки совпадают, то угол равен нулю. Рассмотрим пример на рисунке. Пусть $\alpha = 105^\circ$. В частности, такой угол появляется в 9:30, так как минутная стрелка в этот момент указывает на 270° , а часовая на 165° . Через 1 ч 45 мин на часах будет 11:15. В этот момент времени минутная стрелка указывает на 0° , а часовая на $112,5^\circ$. Угол от часовой до минутной стрелки будет равен $360^\circ - 112,5^\circ = 247,5^\circ$.

Отметим, что угол $\alpha = 105^\circ$ появляется и в другие моменты времени, однако, это не повлияет на итоговый ответ.



Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно целое неотрицательное число α исходный угол между стрелками, $0 \leq \alpha \leq 359$. Во второй строке через пробел на вход подается два числа h и m время, прошедшее с момента наблюдения в часах и минутах, $0 \leq h \leq 11$; $0 \leq m \leq 59$.

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно вещественное число ответ к задаче. Ответ должен быть записан без погрешности.

Методика проверки

Программа проверяется на 24-х тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
105
1 45
Стандартный вывод
247.5

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 a = float(input())
2 h,m = map(int,input().split())
3 a = a - 5.5*(m+h*60)
4 while a<0:
5     a += 360
6 print(a)
```

Задача II.1.2.2. Номера домов (18 баллов)

Темы: реализация.

Условие

В поселке Березовом на улице Березовой построено n домов с номерами от 1 до n , причем дома с нечетными номерами расположены на одной стороне улицы, а с четными — на другой.

Рано утром дворник вышел к одному из крайних домов на этой улице, который имел номер k , и начал подметать тротуар, двигаясь от одного края улицы к другому краю. Потом он перешел на противоположную сторону улицы и начал подметать тротуар там, двигаясь назад.

Напишите программу, которая выведет номера домов, мимо которых проходил дворник, по известным числам n и k . Для лучшего понимания прочитайте пояснения к примерам.

Формат входных данных

На вход в одной строке подается два натуральных числа n и k — количество домов и номер одного из крайних домов на улице, $4 \leq n \leq 100$. Число k может принимать одно из четырех значений: $1, 2, n - 1, n$.

Формат выходных данных

Ваша программа должна вывести через пробел последовательность номеров домов, в том порядке, в котором их проходил дворник.

Если вы программируете на Python, то убрать перенос строки в функции `print` можно при помощи именованного параметра `end`, например, `print(a, end=' ')`.

Методика проверки

Программа проверяется на 36-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
7 6
Стандартный вывод
6 4 2 1 3 5 7

Пример №2

Стандартный ввод
8 1
Стандартный вывод
1 3 5 7 8 6 4 2

Пояснения к примеру

Рассмотрим первый пример. На улице 7 домов, дворник вышел к дому номер 6. Это означает, что он находится на четной стороне в конце улицы, и далее он будет двигаться к ее началу, проходя мимо домов 6, 4, 2. Потом он перейдет на противоположную сторону к дому номер 1 и пойдет к концу улицы, проходя мимо домов 1, 3, 5, 7.

Во втором примере на улице 8 домов, дворник вышел к дому номер 1. Это означает, что он находится на нечетной стороне в начале улицы, и далее он будет двигаться к ее концу, проходя мимо домов 1, 3, 5, 7. Потом он перейдет на противоположную сторону к дому номер 8 и пойдет к началу улицы, проходя мимо домов 8, 6, 4, 2.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n,k=map(int,input().split())
2 if k==1:
3     print(*range(1,n+1,2),*range(n-(n%2),0,-2))
4 elif k==2:
5     print(*range(2,n+1,2),*range(n+(n%2)-1,0,-2))
6 elif k%2==1:
7     print(*range(n+(n%2)-1,0,-2),*range(2,n+1,2))
8 else:
9     print(*range(n-(n%2),0,-2),*range(1,n+1,2))
```

Задача II.1.2.3. Упорядочивание монет (25 баллов)

Темы: реализация, сортировки, теория графов.

Условие

В древнем кладе было найдено n монет различного веса. Каждая из монет была обозначена строчной буквой латиницы. Все обозначения были различными. Монеты были попарно взвешены на чашечных весах. Протокол взвешиваний состоял из $n(n-1)/2$ строк, каждая строка содержала ровно три символа. Первый и третий символ содержали обозначения монет, а во втором был записан результат сравнения: знак $<$ или знак $>$. Например, запись $d > b$ означает, что монета d тяжелее монеты b .

Взвешивания очень утомили лаборанта, и он просит вас написать программу, которая упорядочит монеты по возрастанию веса.

Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n — количество монет, $4 \leq n \leq 26$. Далее в $n(n-1)/2$ строках записан протокол взвешиваний. Гарантируется, что протокол является корректным.

Формат выходных данных

Ваша программа должна вывести одну строку из n символов. Строка должна содержать обозначения монет в порядке возрастания их веса.

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 b<x k>b x<k b<d x>d d<k
Стандартный вывод
bdxk

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n=int(input())
2 cmp=set()
3 for i in range(n*(n-1)//2):
4     cmp.add(input())
5 lst=list({s[0] for s in cmp} | {s[2] for s in cmp})
6 for i in range(len(lst)-1):
7     for j in range(i+1,len(lst)):
8         if lst[j]+'<'+lst[i] in cmp or lst[i]+'>'+lst[j] in cmp:
9             lst[i],lst[j]=lst[j],lst[i]
10 print(''.join(lst))
```

Задача II.1.2.4. 2–3 дерево (25 баллов)

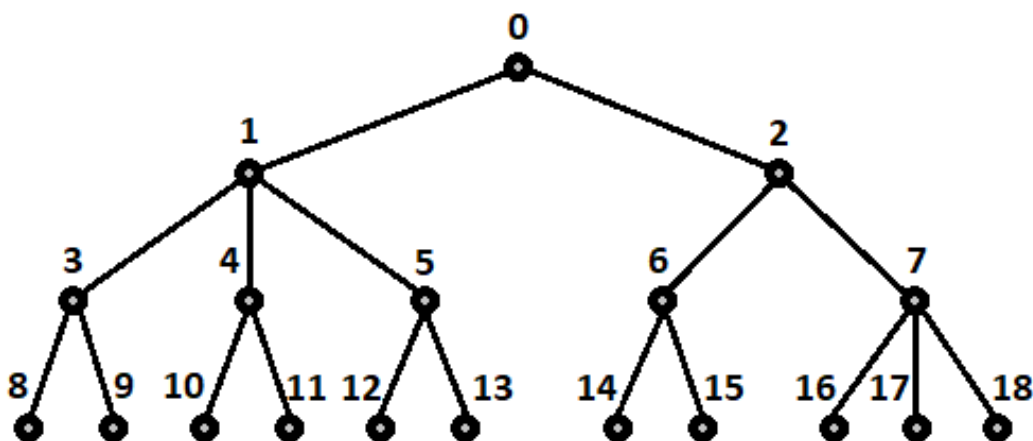
Темы: математика, графы и деревья, реализация.

Условие

Упорядоченное корневое дерево называется 2–3 деревом, если для него выполняются следующие условия:

- все узлы, кроме листьев, имеют два или три потомка;
- все листья находятся на одной высоте.

Пример 2–3 дерева приведен на рисунке ниже. Вы должны будете написать программу, которая составит произвольное 2–3 дерево с заданным количеством узлов или определит, что таких деревьев не существует.



Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n — количество узлов в дереве, $2 \leq n \leq 100000$.

Формат выходных данных

Ваша программа должна вывести описание полученного дерева. Узлы дерева должны иметь номера от 0 до $n - 1$ и быть упорядоченными сверху вниз и слева направо, как на рисунке. Для каждого узла, кроме корня, требуется указать номер его непосредственного предка. Вывод состоит из последовательности чисел a_1, a_2, \dots, a_{n-1} , записанных через пробел, где a_i это непосредственный предок узла с номером i .

Можно дать и другую интерпретацию. Вывод состоит из последовательности номеров нелистовых узлов, упорядоченных по возрастанию, причем номер каждого узла повторяется столько раз, сколько у него непосредственных потомков.

Если 2–3 дерево с указанным количеством узлов построить невозможно, то требуется вывести -1 .

Методика проверки

Программа проверяется на 50-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
19
Стандартный вывод
0 0 1 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 7

Пример №2

Стандартный ввод
5
Стандартный вывод
-1

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n=int(input())
2 k=1
3 curc=1
4 maxc=1
5 cnt=[1]
6 while maxc<n:
7     maxc+=3**k
8     curc+=2**k
9     cnt.append(2**k)
10    k+=1
11 if curc>n:
12     print('-1')
13 else:
14     for i in range(1,k):
15         t=min(3*cnt[i-1]-cnt[i],(n-curc)//(2**(k-i)-1))
16         curc+=t*(2**(k-i)-1)
17         for j in range(i,k):
18             cnt[j]+=t*(2**(j-i))
19     m=0
20     for i in range(k-1):
21         p=cnt[i]
22         s=cnt[i+1]
23         while p>0:
24             if s>2*p:
25                 print(m,m,m,end=' ')
26                 s-=3
27             else:
28                 print(m,m,end=' ')
29                 s-=2
30         p-=1
31         m+=1
```

Третья попытка. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.3.1. Количество нечетных чисел (12 баллов)

Темы: математика, задачи для начинающих.

Условие

Задан интервал целых чисел $[b; e]$. Вы должны написать программу, чтобы определить, сколько нечетных чисел принадлежит этому интервалу.

Обратите внимание, что интервал может быть достаточно большим, и решения, перебирающие все натуральные числа, не будут проходить часть тестов.

Формат входных данных

На вход в одной строке подается два целых числа b и e — границы интервала, $-10^{18} \leq b \leq e \leq 10^{18}$.

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно число — количество нечетных чисел в заданном интервале.

Методика проверки

Программа проверяется на 24-х тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
-3 8
Стандартный вывод
6

Пример №2

Стандартный ввод
0 0
Стандартный вывод
0

Пояснения к примеру

В первом примере указанному интервалу принадлежат шесть нечетных чисел: $-3, -1, 1, 3, 5, 7$.

Во втором примере интервал не содержит нечетных чисел.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

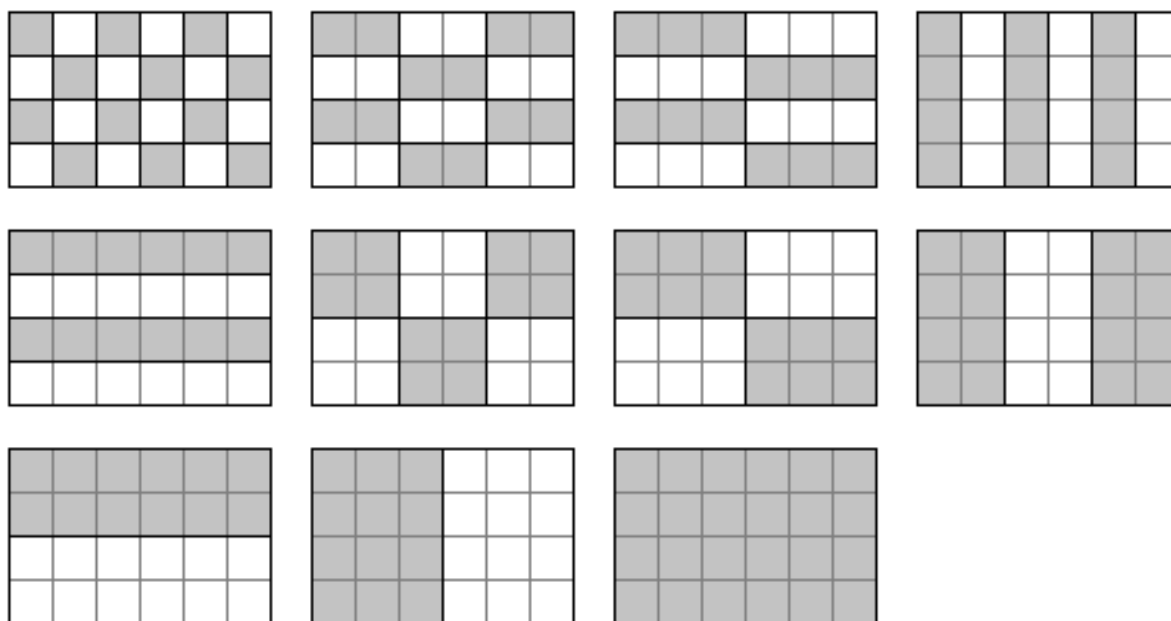
```
1 b, e = map(int, input().split())
2 print(((e+e%2)-(b-b%2))/2)
```

Задача П.1.3.2. Наибольший общий делитель прямоугольников (18 баллов)

Темы: математика, задачи для начинающих.

Условие

Будем говорить, что прямоугольник P является делителем прямоугольника Q , если прямоугольник Q можно замостить прямоугольниками P , причем все они должны иметь одинаковую ориентацию. Например, делителями прямоугольника 6×4 будут следующие прямоугольники: 1×1 , 2×1 , 3×1 , 4×1 , 6×1 , 2×2 , 3×2 , 4×2 , 6×2 , 4×3 , 6×4 . Примеры замощений можно увидеть на рисунке ниже. Обратите внимание, что прямоугольники $a \times b$ и $b \times a$ считаются одинаковыми.



Ваша задача заключается в написании программы, которая найдет наибольший общий делитель двух заданных прямоугольников. Из двух прямоугольников большим считается тот, площадь которого больше. Наибольших общих делителей может быть два. В этом случае допускается вывести любой из этих двух прямоугольников.

Формат входных данных

На вход в двух строках подаются размеры двух прямоугольников. Каждая строка содержит два натуральных числа — длину и ширину прямоугольника. Каждое из чисел не превосходит 10^{18} . Гарантируется, что введенные значения будут таковы, что площадь прямоугольника, который должен получиться в качестве ответа, не превысит 10^{18} .

Формат выходных данных

Программа должна вывести через пробел два числа — размеры искомого прямоугольника. Числа можно выводить в любом порядке.

Методика проверки

Программа проверяется на 18-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 4 4 3
Стандартный вывод
4 3

Пример №2

Стандартный ввод
9 10 15 3
Стандартный вывод
3 5

Пример №3

Стандартный ввод
3 7 7 3
Стандартный вывод
3 7

Пример №4

Стандартный ввод
3 7 4 8
Стандартный вывод
1 1

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 def gcd(a,b):
2     while a>0 and b>0:
3         if a>b:
4             a%=b
5         else:
```

```
6         b%=a
7     return a+b
8
9     a1,b1=map(int,input().split())
10    a2,b2=map(int,input().split())
11    a3=gcd(a1,a2)
12    b3=gcd(b1,b2)
13    a4=gcd(a1,b2)
14    b4=gcd(b1,a2)
15    if a3*b3>a4*b4:
16        print(a3,b3)
17    else:
18        print(a4,b4)
```

Задача П.1.3.3. Справедливый дележ (25 баллов)

Темы: реализация.

Условие

Два купца, живущие в разных городах, в далеком плавании купили несколько видов пряностей, и теперь хотят поделить их. Каждый из купцов будет продавать пряности только в своем городе, и цена каждой пряности в этих городах может отличаться. Купцы сочли, что будет справедливым, если они поделят пряности на две доли так, чтобы суммарная стоимость пряностей первой доли в первом городе была равна суммарной стоимости пряностей второй доли во втором городе. Существует несколько способов дележа, удовлетворяющих этому условию, но купцы хотят выбрать из них такой, при котором они получают максимум денег. Пряности являются сыпучим товаром, поэтому они могут быть поделены в любой пропорции

Рассмотрим пример. Есть три вида пряностей: перец, ваниль и корица. Стоимость всей партии перца в первом и втором городах составляет 120 и 200 условных единиц соответственно. Аналогичная стоимость партии ванили равна 180 и 140 условных единиц, а корицы — 100 и 60 условных единиц. Допустимым способом дележа будет, например, следующий: первый купец возьмет всю ваниль, второй — весь перец, а корицу они поделят поровну. Тогда стоимость доли первого купца в первом городе будет равна $180 + 100 \cdot 0,5 = 230$. Стоимость доли второго купца во втором городе составит $200 + 60 \cdot 0,5 = 230$. Стоимости долей равны, поэтому такой вариант дележа допустим. Но более выгодным будет другой вариант. Первый купец возьмет всю корицу и $3/4$ ванили, а второй купец — весь перец и $1/4$ ванили. Тогда стоимость доли в первом городе составит $100 + 180 \cdot 0,75 = 235$ и $200 + 140 \cdot 0,25 = 235$ во втором городе. Таким образом, второй вариант является более предпочтительным.

Напишите программу, которая найдет максимальную стоимость долей, при условии того, что дележ будет справедливым.

Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n — количество видов пряностей, $1 \leq n \leq 100$. Во второй строке через пробел записаны n натуральных чисел a_1, a_2, \dots, a_n — цены всех видов пряностей в первом городе. Аналогично в третьей строке записаны числа b_1, b_2, \dots, b_n — цены всех видов пряностей во втором городе, $1 \leq a_i, b_i \leq 10^6$.

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно число — максимальную стоимость долей. Это число может быть вещественным. Ответ будет считаться верным, если он отличается от ответа жюри не более чем на $0,01$.

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. В первых пяти тестах $n \leq 3$. В первых 15 тестах $n \leq 10$. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3 120 180 100 200 140 60
Стандартный вывод
235.0

Пример №2

Стандартный ввод
1 100 200
Стандартный вывод
66.66666666666667

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n=int(input())
2 A=map(float,input().split())
3 B=map(float,input().split())
4 p=list(zip(A,B))
5 p.sort(key=lambda x:x[1]/x[0])
6 s1,s2=0,0
7 i,j=0,n-1
8 while i<=j:
9     if s1<s2:
10         s1+=p[i][0]
11         i+=1
12     else:
13         s2+=p[j][1]
14         j-=1
15 if s1<s2:
```

```

16     s1+=(s2-s1)*p[j+1][0]/(p[j+1][0]+p[j+1][1])
17 else:
18     s1--=(s1-s2)*p[i-1][0]/(p[i-1][0]+p[i-1][1])
19 print(s1)

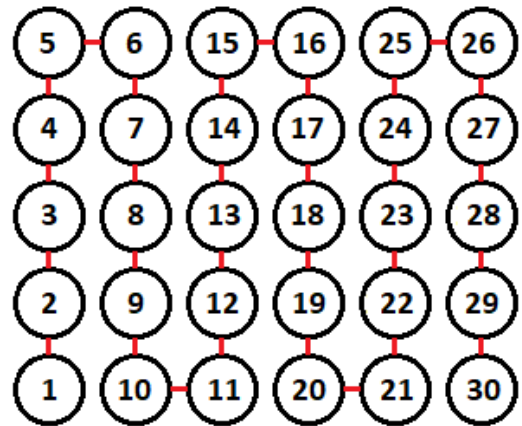
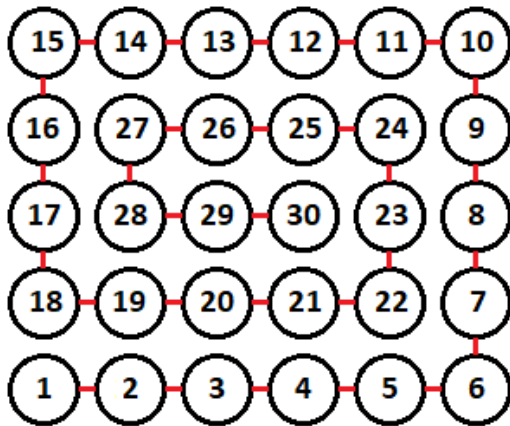
```

Задача П.1.3.4. Чай с лимоном и сахаром (25 баллов)

Темы: реализация.

Условие

На прямоугольном столе в n рядов расставлены стаканы с чаем, в каждом ряду по m стаканов. Аня ходит вокруг стола и бросает в каждый стакан по ломтику лимона. Нумерация стаканов на рисунке слева соответствует той последовательности, в которой Аня переходит от одного стакана к другому. Яна ходит вдоль одного края стола туда и обратно, и бросает в каждый стакан кусочек сахара. Нумерация стаканов на рисунке справа соответствует той последовательности, в которой Яна переходит от одного стакана к другому.



Будем считать, что ломтик лимона и кусочек сахара в один стакан девочки бросают ровно за одну секунду. Напишите программу, которая найдет количество стаканов, в которых через t с лежит и лимон и сахар. В каждом тесте ваша программа должна будет ответить на k запросов. При этом количество и расположение стаканов на столе единое для всех запросов в одном тесте.

Формат входных данных

На вход в первой строке подается два натуральных числа n , m и k — количество рядов на столе, количество кружек в каждом ряду и количество запросов, $1 \leq n, m \leq 1000$, $1 \leq k \leq 10^5$. Во второй строке через пробел записано k натуральных чисел t_1, t_2, \dots, t_k — моменты времени, для которых требуется решить задачу, $1 \leq t_i \leq nm$. Каждый момент времени может встречаться более 1 раза.

Формат выходных данных

Программа должна вывести в одной строке через пробел k чисел — ответы для каждого из заданных моментов времени.

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. В первых пятнадцати тестах $n, m \leq 10$. Тест из условия задачи при проверке не используется.

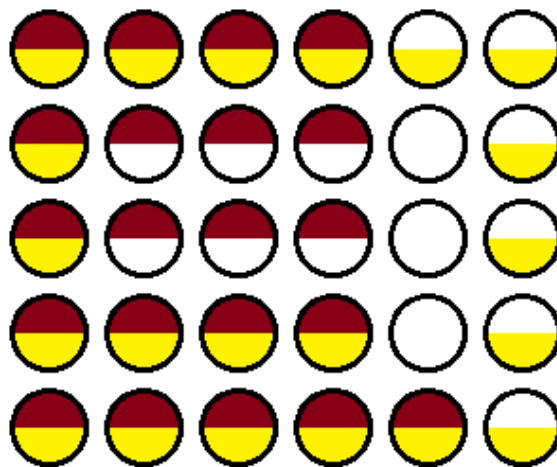
Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 6 4 1 21 30 21
Стандартный вывод
1 15 30 15

Пояснения к примеру

На рисунке ниже показано решение задачи для теста из условия задачи после двадцать первой секунды. Желтым цветом помечены кружки с лимоном, коричневым — кружки с сахаром. Из рисунка видно, что в 15 чашках есть и лимон, и сахар.



Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n,m,k=map(int,input().split())
2 F=[[0 for i in range(m)] for j in range(n)]
3 A=[0]
4 i1,j1,i2,j2,s=0,0,0,0,0
5 dr=0
6 for i in range(n*m):
7     F[i1][j1]+=1
8     F[i2][j2]+=2
9     if F[i1][j1]==3:
```

```

10     s+=1
11     if (i2!=i1 or j2!=j1) and F[i2][j2]==3:
12         s+=1
13     A.append(s)
14     if dr==0:
15         if j1+1==m or (F[i1][j1+1]&1)==1:
16             dr=1
17     elif dr==1:
18         if i1+1==n or (F[i1+1][j1]&1)==1:
19             dr=2
20     elif dr==2:
21         if j1==0 or (F[i1][j1-1]&1)==1:
22             dr=3
23     else:
24         if i1==0 or (F[i1-1][j1]&1)==1:
25             dr=0
26     if dr==0:
27         j1+=1
28     elif dr==1:
29         i1+=1
30     elif dr==2:
31         j1-=1
32     else:
33         i1-=1
34     if j2%2==0:
35         if i2==n-1:
36             j2+=1
37         else:
38             i2+=1
39     else:
40         if i2==0:
41             j2+=1
42         else:
43             i2-=1
44     for i in input().split():
45         print(A[int(i)])

```

Четвертая попытка. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.4.1. Сумма элементов списка (12 баллов)

Темы: математика, задачи для начинающих.

Условие

Алиса изучает списки в языке Python. По заданию из учебника она написала такую программу.

```

n = int(input())
x = [i%10 for i in range(n)]
print(sum(x))

```

Эта программа читает с консоли натуральное число n и делает список этой длины, состоящий из чисел от нуля до девяти, которые идут по кругу. Например, для $n = 25$ список будет иметь вид:

[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4]

В последней строчке на экран выводится сумма элементов этого списка. Для указанного списка, в частности, будет выведено число 100.

Боб очень недоволен учебником. Он считает, что учебник упускает главное — списки нужны для хранения информации, значимой для работы программы, а это задание можно выполнить, как минимум, без списков, а в идеале — без циклов и условий.

Напишите программу для этого задания, которую Боб сочтет удовлетворительной. Для этого она должна быстро и корректно работать для чисел до 10^{15} .

Формат входных данных

На вход подается одно натуральное число n , которое не превосходит 10^{15} .

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно число — ответ, который напечатала бы приведенная выше программа, если бы она была способна работать со столь большими числами.

Методика проверки

Программа проверяется на 24-х тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
25
Стандартный вывод
100

Пример №2

Стандартный ввод
1000000000000000
Стандартный вывод
4500000000000000

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n = int(input())
2 return str((n//10)*45+(n%10)*(n%10-1)//2)
```

Задача П.1.4.2. Автокорреляционная функция дискретного сигнала (18 баллов)

Темы: математика, реализация.

Условие

Автокорреляционная функция часто применяется при анализе сигналов, например, энцефалограммы человека или в радиолокации. Мы будем рассматривать некоторый цифровой сигнал $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$, где каждое значение a_i равно 1 или -1 . Определим автокорреляционную функцию $u(t)$ по следующей формуле:

$$u(t) = \sum_{0 \leq i < n-t} a_i a_{i+t}.$$

Другими словами, если сигнал задан в виде списка из n значений, то чтобы вычислить автокорреляционную функцию в точке t , требуется взять одну копию списка без первых t элементов, другую копию списка без последних t элементов, поэлементно перемножить эти списки, и найти сумму произведений. Рассмотрим пример. Пусть сигнал содержит шесть элементов $1, 1, -1, 1, -1, 1$. Найдем $u(2)$. Исходная последовательность без первых двух элементов имеет вид $-1, 1, -1, 1$. Исходная последовательность без последних двух элементов имеет вид $1, 1, -1, 1$. Тогда $u(2) = (-1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (-1 \cdot -1) + (1 \cdot 1) = 2$

По такому же принципу можно посчитать и остальные значения для t от нуля до пяти.

$$u(0) = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (-1 \cdot -1) + (1 \cdot 1) + (-1 \cdot -1) + (1 \cdot 1) = 6$$

$$u(1) = (1 \cdot 1) + (-1 \cdot 1) + (1 \cdot -1) + (-1 \cdot 1) + (1 \cdot -1) = -3$$

$$u(3) = (1 \cdot 1) + (-1 \cdot 1) + (1 \cdot -1) = -1$$

$$u(4) = (-1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 0$$

$$u(5) = 1 \cdot 1 = 1$$

Напишите программу, которая по заданному дискретному сигналу найдет значения автокорреляционной функции для всех t от 0 до $n - 1$.

Формат входных данных

На вход в первой строке подается одно натуральное число n — длина сигнала, $1 \leq n \leq 100$. Во второй строке через пробел записаны числа a_0, a_1, \dots, a_{n-1} , задающие дискретный сигнал. Каждое значение a_i равно 1 или -1 .

Формат выходных данных

Программа должна вывести через пробел n целых чисел — значения автокорреляционной функции $u(0), u(1), \dots, u(n - 1)$.

Если вы программируете на Python, то убрать перенос строки в функции `print` можно при помощи именованного параметра `end`, например, `print(a, end=' ')`.

Методика проверки

Программа проверяется на 18-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 1 1 -1 1 -1 1
Стандартный вывод
6 -3 2 -1 0 1

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n=int(input())
2 a=list(map(int,input().split()))
3 for k in range(n):
4     print(sum([x*y for x,y in zip(a[k:],a[:n-k])]),end=' ')
```

Задача II.1.4.3. Три фишки (25 баллов)

Темы: игры.

Условие

Алиса и Боб играют в следующую игру. Имеется игровое поле в виде последовательности клеток, расположенных друг за другом. На поле расположены три фишки, каждая фишка в своей клетке. За один ход каждый игрок должен переместить одну фишку вправо на произвольное ненулевое число клеток. При этом фишка, которой делается ход, не может встать в клетку, где расположена другая фишка или перепрыгнуть через нее. Выигрывает тот игрок, который смог сделать последний ход.

Рассмотрим пример.



Здесь возможны следующие ходы: сместить правую фишку на одну клетку; сместить среднюю фишку на одну клетку; сместить левую фишку на одну, две, три или четыре клетки.

Алиса всегда делает первый ход, а фишки расставляет Боб. Но Боб не хочет побеждать, он хочет, чтобы Алиса нашла выигрышную стратегию. Поэтому он расставляет фишки так, чтобы Алиса могла гарантированно выиграть.

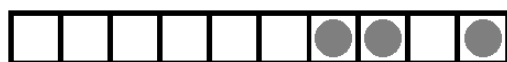
Например, в приведенной выше позиции Алиса должна сместить самую левую фишку на три клетки.



Далее игра зависит от хода Боба. Предположим, он сместит правую фишку на одну клетку. Тогда Алиса в свой ход сместит левую фишку на одну клетку.



Теперь Боб может ходить только средней фишкой. Если он сдвинет ее на одну клетку, то Алиса сдвинет левую фишку на одну клетку.



Бобу остается вновь ходить средней фишкой. Он сдвинет ее на одну клетку, Алиса сдвинет левую фишку на одну клетку и победит.



Для всех других ходов Боба у Алисы также всегда найдется ход, ведущий к победе.

Вы должны написать программу, которая по заданной позиции найдет ход, после которого Алиса сможет победить независимо от дальнейшей игры Боба. Если выигрышных ходов будет несколько, то Алиса может сделать любой из них. Напомним, что исходная позиция будет такой, что найдется как минимум один ход, гарантированно ведущий к победе.

Формат входных данных

На вход подается строка представляющая игровое поле. Пустая клетка в строке обозначена нулем, клетка с фишкой обозначена единицей. Длина строки не превосходит 1000 символов. В строке ровно три единицы.

Формат выходных данных

Программа должна вывести строку, представляющую игровое поле после хода Алисы, в том же формате, в котором она поступает на вход.

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
0100001010
Стандартный вывод
0000101010

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 x=list(reversed(input()))
2 m=[0,0,0]
3 k=0
4 for c in x:
5     if c=='0':
6         m[k]+=1
7     elif k<2:
8         k+=1
9     else:
10        break
11 if m[0]>m[2]:
12     x[m[0]]='0'
13     x[m[2]]='1'
14 else:
15     x[m[0]+m[1]+m[2]+2]='0'
16     x[2*m[0]+m[1]+2]='1'
17 print(''.join(reversed(x)))
```

Задача II.1.4.4. Выбор купюр (25 баллов)

Темы: реализация.

Условие

В денежной системе Бурляндии выпускаются банкноты всех номиналов от a до $2a$ включительно. У Алисы в бумажнике есть ровно одна банкнота каждого номинала. Алиса хочет сделать покупку ценой b и расплатиться без сдачи. Кроме того, Алиса хочет, чтобы количество потраченных банкнот было как можно меньшим. Напишите программу, которая поможет Алисе выбрать банкноты так, чтобы сумма их номиналов была равна b , а их количество было наименьшим среди возможных. Если указанным условиям удовлетворяет несколько наборов банкнот, то ваша программа может вывести любой из них.

Формат входных данных

На вход в одной строке подается два натуральных числа a и b — минимальный из номиналов купюр и требуемая сумма, $1 \leq a \leq 100000$. Гарантируется, что для заданной суммы b существует способ получить ее из имеющихся купюр.

Формат выходных данных

Программа должна вывести в одной строке через пробел номиналы всех банкнот, которые потребуются для оплаты. *Все номиналы должны быть упорядочены по возрастанию.*

Методика проверки

Программа проверяется на 25-ти тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. Тест из условия задачи при проверке не используется.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
10 99
Стандартный вывод
10 15 17 18 19 20

Пояснения к примеру

Сумма чисел, указанных в ответе, равна 99, и все числа лежат в диапазоне от 10 до 20 включительно. При этом сумма номиналов пяти самых ценных банкнот меньше чем 99, поэтому оплатить указанную сумму пятью или меньшим числом банкнот невозможно. Однако другие варианты получения требуемой суммы шестью банкнотами возможны, например, 13 14 15 18 19 20. Такой ответ тоже будет засчитан.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 a,b=map(int,input().split())
2 up,dn,k=0,0,0
3 while up<b:
4     up+=2*a-k
5     dn+=a+k
6     k+=1
7
8 if a>k-1:
9     t=(b-dn)//(a-k+1)
10    r=(b-dn)%(a-k+1)
11 else:
12    t,r=0,0
13 if t==k:
14    print(*range(2*a-t+1,2*a+1))
15 else:
16    print(*range(a,a+k-t-1),a+k-1-t+r,*range(2*a-t+1,2*a+1))
```

Предметный тур. Химия

Первая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.1.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения нанопокровтий на металлические украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности. Деталь в форме равнобедренного треугольника с основанием $a = 6$ см и боковыми сторонами равными $c = 5$ см, погрузили в стакан, содержащий раствор нитрата серебра концентрацией $C = 0,001$ М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d нм, а концентрация соли уменьшилась до C_0 М. Какой объем исходного раствора был взят для нанесения покрытия? Ответ выразите в мл и округлите до целого числа. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Плотность серебра — $10,5$ г/см³.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Равнобедренный треугольник можно разрезать на два прямоугольных треугольника с гипотенузой 5 см и одним из катетов, равным 3 см. В этом случае второй катет, по теореме Пифагора, равен $b = \sqrt{(c_2 - a_2)} = 4$ см, а общая площадь поверхности детали равна $S = 2ab = 24$ см².

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Эти количества выражаются через объем раствора и его концентрацию в начальный момент и конечный: $n = CV - C_0V$, откуда

$$V(\text{мл}) = n / (C - C_0) = \rho d S / (M(\text{Ag}) \cdot (C - C_0)) = 2,333 \cdot 10^{-4} d / (0,0010 - C_0),$$

если в подставлять d в нанометрах.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в полученную формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных.

Диапазон ответов — 20–250 мл. Точность ± 2 мл.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0002	0,0008	0,0001
d	70	130	5

Задача П.2.1.2. (20 баллов)

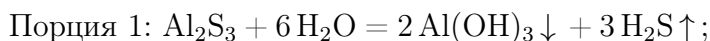
Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

Измельченную смесь алюминия и серы прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л (н. у.) газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л (н. у.) газа. Какова масса алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в г и округлите до целых.

Решение

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (сера и сульфид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились сульфид алюминия и избыток самого алюминия.



Найдем массы веществ после прокаливания в каждой порции:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = X/V_m n(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{H}_2\text{S})/3 = X/3V_m, m(\text{Al}_2\text{S}_3) = M(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot X/3V_m.$$

$$n(\text{H}_2) = Y/V_m, n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{S})/3V_m = 2Y/3V_m, m(\text{Al}) = 2M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m.$$

При прокаливании происходила химическая реакция $2 \text{Al} + 3 \text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$, при этом алюминий находился в избытке, поэтому его масса равна:

$$m(\text{нач}) = 2 \cdot (m(\text{Al}) + m(\text{Al}_2\text{S}_3)w(\text{Al})),$$

где $w(\text{Al})$ — массовая доля элемента алюминия в его сульфиде.

Таким образом, $m(\text{нач}) = 4M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m + 4M(\text{Al}) \cdot X/3V_m$, $V_m = 22,4$ л/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль. $m(\text{нач}) = 4M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m + 2M(\text{Al}) \cdot X/3V_m = 1,607(Y + X)$.

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	22,4	2,24
Y	2,24	22,4	2,24

Задача II.2.1.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,1 М растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия, с помощью этих солей готовится концентрат, содержащий X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия. Какой объем раствора нитрата аммония необходимо взять для приготовления такого концентрата? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в мл и округлить до целых.

Решение

Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда } n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{P}) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$V(\text{р-ра}) = n/C = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31))/0,1 = 5X/14 + 5Y/31 - 5Z/39 \text{ мл.}$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	140	350	70
Y	31	37,2	6,2
Z	78	208	13

Задача II.2.1.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 40% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,1 моль этого наполнителя, составляет 20 г. В ответе запишите название элемента одним словом на русском языке.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного оксида A_xO_y .

$m(A_xO_y) = 20 \cdot 0,4 = 8$ г, $M(A_xO_y) = 8/0,1 = 80$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n .

При $n = 1$ $M(A) = (80 - 16)/2 = 32$, это сера, но оксида S_2O не существует.

$n = 2$ $M(A) = 80 - 16 = 64$, это медь, но оксид меди (II) — черный, не подходит.

$n = 3$ $M(A) = (80 - 16 \cdot 3)/2 = 16$, это кислород, противоречит смыслу задачи.

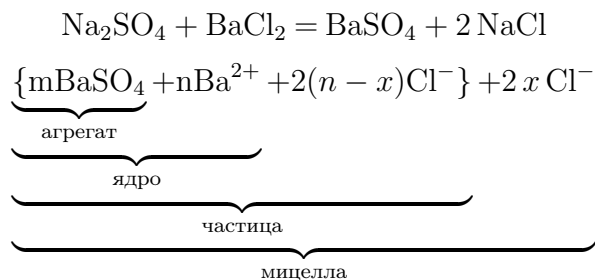
$n = 4$ $M(A) = 80 - 16 \cdot 2 = 48$, это **титан**, TiO_2 белый, подходит.

Ответ: титан.

Задача П.2.1.5. (12 баллов)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:



Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла $BaSO_4$ имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоions находятся в тепловом движении. Часть противоions ($n - x$), находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами. Другая часть противоions x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой.

Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоions полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.

- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n - x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

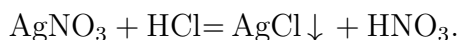
Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **A** если известно, что:

- в ходе реакции взаимодействия вещества **A** с соляной кислотой происходит выпадение белого осадка;
- под действием гидроксида натрия из вещества **A** образуется темно-коричневый осадок, который растворяется в водном растворе аммиака;
- при сильном нагревании (350°C) вещество **A** разлагается с образованием бурого газа.

В качестве ответа введите формулу вещества **A**.

Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **A** является AgNO_3 , так как:

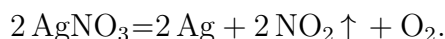
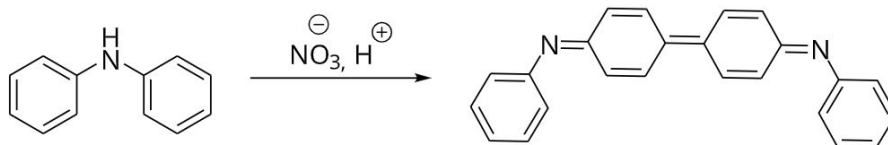


AgCl — нерастворимый в воде осадок белого цвета.



Ag_2O — темно-коричневый осадок растворимый в водном растворе аммиака.

При взаимодействии дифениламина с нитрат-ионами в кислой среде наблюдается темно-синее окрашивание:



В ходе реакции разложения AgNO_3 происходит выделение бурого газа NO_2 .

Ответ: AgNO_3 .

Задача II.2.1.6. (8 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Выберите химические и физико-химические процессы, в ходе которых одним из продуктов реакции будет являться кислород O_2 .

1. Горение фосфора.
2. Нагревание пероксида водорода.
3. Оксид ртути (II) + сконцентрированный двояковыпуклой линзой пучок солнечных лучей.
4. Взаимодействие раствора серной кислоты и алюминия.
5. Взаимодействие металлического магния с парами воды.
6. Реакция замещения меди железом в растворе сульфата меди (II).

Ответ: 2, 3.

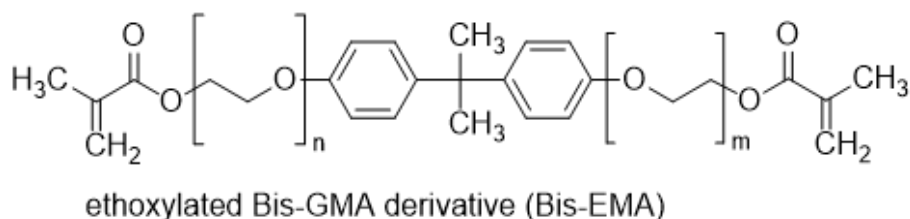
Первая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.2.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу. Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении, при этом $n + m$ обычно не превышает 10. Рассчитайте точное количество звеньев ($n + m$), если при сгорании 5,4 г этого соединения образуется 6,944 л (н. у.) углекислого газа и 3,6 г воды.



Решение

Найдем соотношение $n(C) : n(H)$ по продуктам сгорания.

$$n(CO_2) = 6,944 / 22,4 = 0,31 \text{ моль}, n(C) = n(CO_2) = 0,31 \text{ моль}.$$

$$n(H_2O) = 3,6 / 18 = 0,2 \text{ моль}, n(H) = 2n(H_2O) = 0,4 \text{ моль}.$$

$$n(C) : n(H) = 31 : 40.$$

Общая формула мономера — $C_{23}H_{24}O_4(C_2H_4O)_{n+m}$.

При $m + n = 4$ общей формулой будет $C_{31}H_{40}O_8$, и соотношение $n(C) : n(H) = 31 : 40$ выполняется.

Уравнение горения мономера: $C_{31}H_{40}O_8 + 37 O_2 = 31 CO_2 + 20 H_2O$.

Можно решить это задание и стандартным способом через нахождение молярной массы мономера.

Ответ: 4.

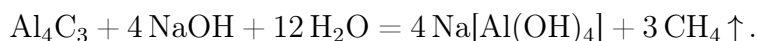
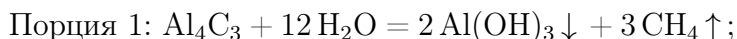
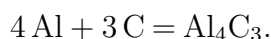
Задача II.2.2.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

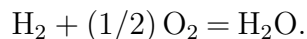
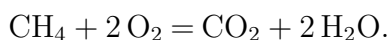
Условие

Измельченную смесь a г алюминия и b г углерода прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, в обоих случаях наблюдалось выделение бесцветного газа. Газы, выделившиеся в результате этих реакций, объединили и высушили, а затем сожгли. Чему равна плотность полученной смеси при $200^\circ C$ и атмосферном давлении ($1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$)? Ответ выразите в г/мл и округлите до десятых.

Решение



При горении смеси метана и водорода выделится смесь углекислого газа и воды:



Найдем количества алюминия и углерода. $n(\text{Al}) = a/M(\text{Al})$, $n(\text{C}) = b/M(\text{C})$. Значения a и b в задании подобраны таким образом, чтобы алюминий находился в избытке (иначе можно было бы дать ответ на поставленный вопрос, избегая расчетов по уравнениям реакций, так как смесь газов состояла бы из чистого метана).

Видно, что в обоих случаях выделяется одинаковое количество метана, а во второй порции еще и водород за счет реакции избытка алюминия с раствором щелочи. Найдем их количества.

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь углерод перешел сначала в форму карбида алюминия, затем в форму метана, а затем — в форму углекислого газа, таким образом количество вещества метана равно начальному количеству вещества углерода: $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = b/M(\text{C})$.

Осталось рассчитать количество вещества водорода. Для начала найдем количество алюминия, содержащееся в смеси после прокаливания $n(\text{Al})_{\text{ост}}$.

$$n(\text{Al})_{\text{реак}} = 4/3 \cdot n(\text{C}) = 4b/3M(\text{C}).$$

$$n(\text{Al})_{\text{ост}} = (1/2) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

$$\text{Тогда } n(\text{H}_2) = (3/2) \cdot n(\text{Al})_{\text{ост}} = (3/4) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

Подставим в формулы $M(\text{C}) = 12$ г/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, чтобы они стали менее громоздкими.

$$\text{Тогда } n(\text{CO}_2) = b/12, n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) + 2n(\text{CH}_4) = a/36 + b/12.$$

Найдем среднюю молярную массу газовой смеси.

$$\begin{aligned} M_{\text{ср}} &= \frac{m(\text{общ})}{n(\text{общ})} = \frac{[m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)]}{[n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{CO}_2)]} = \frac{[44(b/12) + 18(a/36 + b/12)]}{[a/36 + b/6]} = \\ &= 6 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b). \end{aligned}$$

$$pV = (m/M_{\text{ср}})RT, \rho = M(p/RT).$$

$$T = 200 + 273 = 473 \text{ К}, R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}), p = 101,3 \text{ кПа}.$$

$$\rho = (101,3/(473 \cdot 8,31)) \cdot 6 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b) = 0,1546 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b) \text{ г/мл}.$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений a и b .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a	27	54	3
b	8	12	1

Задача II.2.2.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

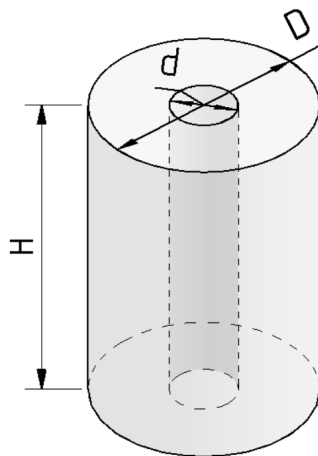
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

В деталь в форме цилиндра с диаметром основания $D = 6$ см и высотой H см ($D < H$) просверлили продольное сквозное отверстие диаметром d , а затем погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой $I = 50$ А на $t = 30$ мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной $x = 0,02$ мм и плотностью 4 г/мл.

Рассчитайте диаметр просверленного отверстия, если выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Толщиной растворившегося слоя алюминия пренебречь.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + S(\text{боковая внешняя}) + S(\text{боковая внутренняя}) = \\ = \pi(D^2 - d^2)/2 + \pi(D + d)H.$$

Выразим d через S , для этого потребуется решить квадратное уравнение:

$$d = H \pm \sqrt{(H + D)^2 - 2S/\pi}.$$

Так как $D < H$, нужно выбрать меньший из корней: $d = H - \sqrt{(H + D)^2 - 2S/\pi}$.
 $V = Sx$, $m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sx$, значит $n = \rho Sx/M(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления: $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F$, откуда $\rho Sx/M(\text{Al}_2\text{O}_3) = It/6F$.

Получаем $S = M(\text{Al}_2\text{O}_3)It/[6F\rho x]$, тогда

$$d = H - \sqrt{(H + D)^2 - M(\text{Al}_2\text{O}_3)It/(3F\rho x\pi)}.$$

Подставим постоянные величины: $I = 5$ А, $t = 1800$ с, $F = 96500$ Кл/моль, $D = 6$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль, $\pi = 3,14$, $\rho = 4$ г/мл.

$$d = H - \sqrt{(6 + H)^2 - 0,252/x}.$$

x необходимо перевести в сантиметры.

$$d = H - \sqrt{(6 + H)^2 - 126}.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	6,5	7,3	0,05

Задача П.2.2.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия концентрацией 0,05 М. При доведении до метки по ошибке вместо дистиллированной воды был использован 0,1 М раствор поваренной соли.

Какова массовая доля кислорода в смеси солей, образующейся при осторожном выпаривании досуха питательного раствора, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Возможными процессами разложения и гидролиза солей пренебречь. Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.

Решение

Будем сначала считать, что ошибки не произошло. Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей:

NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, K_2HPO_4 — 174 г/моль.

$$n(P) = n(KH_2PO_4) = Y/31, \quad n(K) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(KNO_3) = n(K) - 2n(K_2HPO_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(N) = n(KNO_3) + 2n(NH_4NO_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(NH_4NO_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(NH_4NO_3) + 101n(KNO_3) + 174n(K_2HPO_4).$$

$$\begin{aligned} m(\text{солей}) &= 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) + 174 \cdot Y/31 = \\ &= 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(O) &= 16 \cdot (4n(KH_2PO_4) + 3 \cdot n(NH_4NO_3) + 3 \cdot n(KNO_3)) = \\ &= 64Y/31 + 24 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 48 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) = 16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39. \end{aligned}$$

Теперь необходимо рассчитать, сколько $NaCl$ было добавлено. Для этого нам требуется знать объемы всех стандартных растворов солей, взятых для приготовления концентрата, чтобы по остаточному принципу вычислить объем добавленного раствора поваренной соли.

$$V(KH_2PO_4) = n(KH_2PO_4)/C(KH_2PO_4) = Y/31/0,05 = 20Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = C(\text{KNO}_3) \cdot n(\text{KNO}_3) = (Z/39 - 2 \cdot Y/31)/0,05 = 20Z/39 + 40Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = C(\text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/0,05 =$$

$$= 10X/14 - 10Z/39 + 20Y/31.$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 20Y/31 - 20Z/39 + 40Y/31 - [10X/14 - 10Z/39 + 20Y/31].$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 10Z/39 - 10X/14.$$

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14).$$

$$m(\text{общ}) = m(\text{солей}) + m(\text{NaCl}) = 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31 + 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14).$$

$$W(\text{O}) = m(\text{O})/m(\text{общ}).$$

$$W(\text{O}) (\%) = \frac{[16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39]}{[20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31 + 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14)]} \cdot 100.$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	49 мг = 0,049 г	63 мг = 0,063 г	7 мг = 0,007 г
Y	31 мг = 0,031 г	37,2 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	117 мг = 0,117 г	195 мг = 0,195 г	39 мг = 0,039 г

Задача II.2.2.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождается практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.

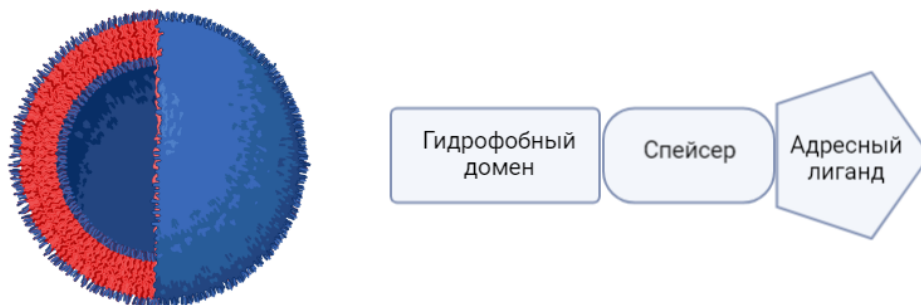


Рис. II.2.1. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При горении 87 г одноосновной аминокислоты **А** выделяется 63 мл воды и 89,6 л (н. у.) газообразной смеси, при пропускании которой через известковую воду образуется 300 г осадка. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **А**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

Решение

При горении аминокислоты образуются следующие продукты: вода, углекислый газ и азот. Из двух получаемых газов только углекислый газ при пропускании через известковую воду вступает в реакцию: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Из условия задачи известно, что в ходе приведенной выше реакции образуется 300 г осадка карбоната кальция. Из уравнения реакции находим количество вещества и объем углекислого газа:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{300 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 3 \text{ моль},$$

$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 3 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 67,2 \text{ л}.$$

Затем находим объем и количество вещества выделившегося азота:

$$V(\text{N}_2) = V(\text{CO}_2 + \text{N}_2) - V(\text{CO}_2) = 89,6 \text{ л} - 67,2 \text{ л} = 22,4 \text{ л},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = 22,4 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1 \text{ моль}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо определить количество вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O})}{M} = \frac{63 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл}}{18 \text{ г/моль}} = 3,5 \text{ моль}.$$

Из полученных значений количеств вещества продуктов находим значение количеств веществ основным элементов, входящих в состав аминокислоты. Так, на одну молекулу углекислого газа приходится один атом углерода и их количества вещества совпадают:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль}.$$

На молекулу вещества воды приходится 2 атома водорода, поэтому количество вещества воды умножаем на 2:

$$\nu(\text{H}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 3,5 \text{ моль} \cdot 2 = 7 \text{ моль}.$$

Аналогично и в случае азота, на одну молекулу газа приходится 2 атома азота:

$$\nu(\text{N}) = \nu(\text{N}_2) \cdot 2 = 1 \text{ моль} \cdot 2 = 2 \text{ моль}.$$

Опираясь на полученные данные рассчитываем массы соответствующих элементов:

$$m(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 3 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 36 \text{ г},$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 7 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 7 \text{ г},$$

$$m(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 2 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 28 \text{ г}.$$

Затем находим массу и количество вещества кислорода в аминокислоте:

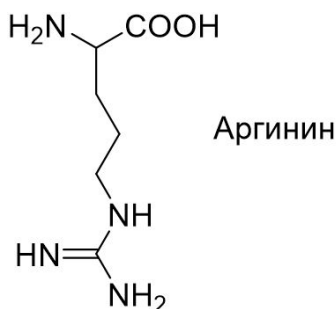
$$m(\text{O}) = m(\text{A}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N})) = 87 \text{ г} - (36 \text{ г} + 7 \text{ г} + 28 \text{ г}) = 16 \text{ г},$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{m}{M(\text{O})} = \frac{16 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 3 : 7 : 2 : 1.$$

Таким образом, простейшая формула аминокислоты **A** — $\text{C}_3\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_1$.

Из условия задачи нам известно, что аминокислота **A** одноосновная, следовательно, в ней содержится минимум 2 атома кислорода и рассчитанная формула принимает вид — $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$.



Из всех известных протеиногенных аминокислот, только в случае аргина в состав входят 4 атома азота.

Аминокислота **A** — аргинин.

Ответ: аргинин.

Задача II.2.2.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Выберите верное описание процесса взаимодействия реагентов.

1. При охлаждении в пробирке черного порошка CuO в воде можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в изумрудный цвет.
2. При нагревании в пробирке черного порошка CuO с бесцветным раствором уксусной кислоты можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в голубой цвет.
3. При нагревании в пробирке черного порошка CuO в воде можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в голубой цвет.
4. При охлаждении в пробирке черного порошка CuO с бесцветным раствором уксусной кислоты можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в изумрудный цвет.

Ответ: 2.

Вторая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача II.2.3.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровов на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

Деталь в форме ромба с диагоналями 6 и 8 см, погрузили в стакан, содержащий $V = 100$ мл раствор нитрата серебра и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d , а концентрация соли уменьшилась до C_0 .

Какую навеску кристаллического нитрата серебра нужно взять для приготовления 100 л исходного раствора? Ответ укажите в г, округлив до целых. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Плотность серебра — $10,5 \text{ г/см}^3$.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Если разрезать ромб по диагоналям, получится 4 одинаковых прямоугольных треугольника с катетами $a = 3$ см и $b = 4$ см, а площадь поверхности всей детали будет равна $S = 4ab = 48 \text{ см}^2$.

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Тогда начальное количество серебра равно $n(\text{Ag}) = n + C_0V$.

Так как для покрытия берется 1/1000 часть приготовленного раствора (100 мл из 100 л), то искомая масса навески будет в 1000 раз превышать массу, которая содержит $n(\text{Ag})$ серебра. Тогда $m(\text{Ag}) = 1000 \cdot n(\text{Ag}) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 1000 \cdot (\rho d S / M(\text{Ag}) + C_0 V) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 108000(4,666 \cdot 10^{-5}d + 0,1C_0)$, если подставлять d в нм.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в полученную формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Среднее значение — 100 мг. Точность ± 2 мг.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0002	0,0008	0,0001
d	70	130	5

Задача П.2.3.2. (27 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

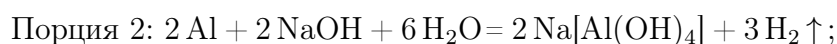
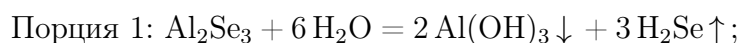
Условие

Измельченную смесь алюминия и селена прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л газа. Какова массовая доля селена в исходной смеси? Ответ выразите в процентах, округлив до целых.

Решение

Поведение селена в вышеперечисленных процессах напоминает поведение серы, поэтому уравнения реакции также записываются аналогичным образом.

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (селен и селенид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились селенид алюминия и избыток самого алюминия.



Найдем массы веществ после прокаливания в каждой порции:

$$n(\text{H}_2\text{Se}) = X/V_m, n(\text{Al}_2\text{Se}_3) = n(\text{H}_2\text{Se})/3 = X/3V_m, m(\text{Al}_2\text{Se}_3) = M(\text{Al}_2\text{Se}_3) \cdot X/3V_m.$$

$$n(\text{H}_2) = Y/V_m, n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{S})/3V_m = 2Y/3V_m, m(\text{Al}) = 2M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m.$$

Массовая доля селена в начальной смеси до прокаливания равна таковой в каждой из полученных порций (в этом процессе масса сохраняется, так как не выделяется газообразных продуктов). Найдем массу селена в одной порции — это можно сделать через количество вещества селеноводорода, так как количество атомов селена также сохраняется: $m(\text{Se}) = M(\text{Se}) \cdot n(\text{H}_2\text{Se}) = M(\text{Se}) \cdot X/V_m$.

$$\text{Тогда } \omega(\text{Se}) = m(\text{Se})/[m(\text{Al}_2\text{Se}_3) + m(\text{Al})] = 3M(\text{Se}) \cdot X/[M(\text{Al}_2\text{Se}_3) \cdot X + 2M(\text{Al}) \cdot Y].$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}, M(\text{Se}) = 79 \text{ г/моль}.$$

$$\omega(\text{Se}) \% = 237 \cdot X/[291X + 54Y] \cdot 100.$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	22,4	2,24
Y	2,24	22,4	2,24

Задача II.2.3.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,05 М растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия. С помощью этих солей готовится концентрат, содержащий X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия. Какой объем раствора нитрата аммония необходимо взять для приготовления такого концентрата? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразить в мл и округлить до целых.

Решение

Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{ отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{ откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$V(\text{p-ра}) = n/C = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/0,05 = 5X/7 - 10Z/39 + 20Y/31 \text{ мл}.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280	490	70
Y	31	37,2	6,2
Z	117	195	39

Задача П.2.3.4. (20 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите на органические компоненты приходится 40% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а при высокотемпературном обжиге 10 г этого композита, в ходе которого органические компоненты сгорают с образованием углекислого газа и воды, и последующей обработке остатка плавиковой кислотой выделяется 2,24 л газа. В ответе запишите название элемента одним словом русскими буквами.

Решение

При высокотемпературном обжиге композита органическая часть сгорит, а останется неорганическая часть, состоящая из неизвестного оксида неизвестного оксида A_xO_y . При его обработке фтороводородной кислотой, скорее всего, газообразным продуктом будет фторид элемента А. Предположим сначала, что количества оксида и фторида совпадают. Это произойдет, если валентность А в оксиде — четная. Тогда $m(A_xO_y) = 10 \cdot 0,6 = 6$ г, $M(A_xO_y) = 6/0,1 = 60$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n , и она четная.

При $n = 2$ $M(A) = 60 - 16 = 44$, это скандий, но он находится в III группе и оксид состава ScO не образует.

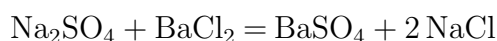
$n = 4$ $M(A) = 60 - 16 \cdot 2 = 28$, это **кремний**, SiO_2 . Подходит, так как действительно твердый и инертный, но в плавиковой кислоте растворяется.

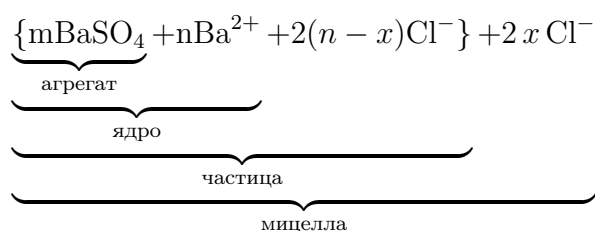
Ответ: кремний.

Задача П.2.3.5. (16 баллов)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:





Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов $(n-x)$, находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **B** если известно, что:

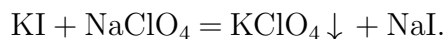
- раствор вещества **B** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет;
- в ходе реакции взаимодействия раствора вещества **B** с гексанитрокобальтатом (III) натрия наблюдается выпадение осадка желтого цвета;
- при добавлении к раствору вещества **B** хлорида бария реакции не наблюдается;
- раствор вещества **B** взаимодействует с нитритом натрия в кислых условиях с образованием темного осадка и буряющего газа.

В качестве ответа приведите формулу вещества **B**.

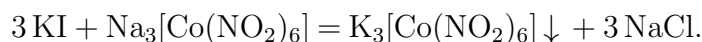
Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **В** является KI, так как:

Ионы калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет.



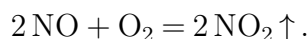
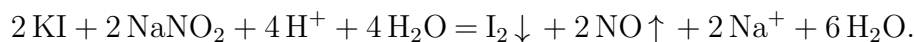
KClO_4 — белый осадок, плохо растворимый в воде.



$\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ — желтый осадок.



KI не взаимодействует с BaCl_2 .



I_2 — черный осадок.

NO — бесцветный газ, который взаимодействует с кислородом воздуха с образованием бурого газа NO_2 .

Ответ: KI.

Задача II.2.3.6. (10 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

В пробирке находится вещество **X** — прозрачная жидкость, при добавлении лакмуса к которой, индикатор окрашивается в красный. Известно, что при добавлении в пробирку с раствором магния или цинка с различной интенсивностью будет выделяться газообразный водород, при добавлении нитрата серебра выпадет белый творожистый осадок, а при добавлении меди реакция происходить не будет. Назовите вещество **X**.

Ответ: HCl.

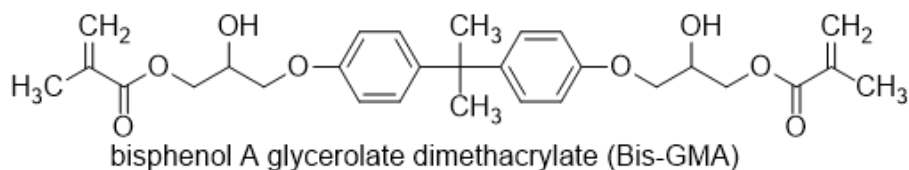
Вторая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.4.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу. Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении. Видно, что оно является сложным эфиром метакриловой кислоты (C_3H_5COOH) и спирта — производного бисфенола. Какую минимальную массу хлорангидрида метакриловой кислоты нужно взять для синтеза 128 г этого мономера, если предположить, что выход реакции равен 100%? Ответ укажите в граммах с точностью до сотых.



Решение

Молекула содержит 2 фрагмента метакриловой кислоты (в формуле мономера ее остатки — справа и слева), а значит, для получения 1 моля Bis-GMA необходимо взять 2 моля хлорангидрида C_3H_6COCl . Брутто-формула Bis-GMA — $C_{29}H_{36}O_8$, $M(\text{Bis-GMA}) = 512$ г/моль.

$n(\text{Bis-GMA}) = m/M = 128/512 = 0,25$ моль, значит $n(C_3H_6COCl) = 0,5$ моль, $M(C_3H_6COCl) = 105,5$ г, $m(C_3H_6COCl) = 105,5 \cdot 0,5 = 52,75$ г.

Ответ: $52,75 \pm 0,1$.

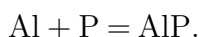
Задача П.2.4.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

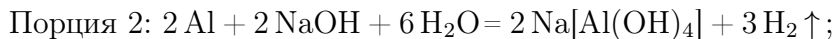
Условие

Измельченную смесь алюминия и красного фосфора прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а ко второй — избыток раствора гидроксида натрия. Выделившийся газ во втором случае оказался легче первого. Все газы собрали и сожгли в избытке кислорода, а затем смесь остудили, при этом образовался единственный продукт — раствор Y %-ного раствора ортофосфорной кислоты. Какова массовая доля алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

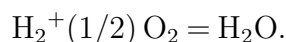
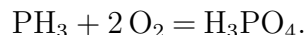
Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке, так как в противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



При сгорании смеси газов будет протекать следующие процессы:



Сначала найдем количества фосфорной кислоты и воды:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = m\omega/M = XY/(100 \cdot 98).$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = X(100 - Y)/(100 \cdot 18).$$

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь фосфор перешел сначала в форму фосфида алюминия, затем — фосфина и фосфорной кислоты, таким образом, количество вещества выделившегося из обеих порций фосфина равно начальному количеству вещества фосфора:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{PH}_3) = n(\text{P}) = XY/9800.$$

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot X(100 - Y)/(100 \cdot 18) = X(100 - Y)/1350$.

Количество прореагировавшего по реакции $\text{Al} + \text{P} = \text{AlP}$ алюминия равно количеству фосфора:

$$n_{\text{реак}}(\text{Al}) = n(\text{P}) = XY/9800.$$

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = X(100 - Y)/1350 + XY/9800.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{n(\text{Al})M(\text{Al})}{[n(\text{Al})M(\text{Al}) + n(\text{P})M(\text{P})]}.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{27X(100 - Y)/1350 + 27XY/9800}{[27X(100 - Y)/1350 + 27XY/9800 + 31XY/9800]}.$$

$$\omega(\text{Al}) \% = 100 \cdot (19600 - 169Y)/(19600 - 138Y) = 100 - 3100Y/(19600 - 138Y).$$

Итоговый ответ зависит от исходного значения Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
Y	60	99	1

Задача П.2.4.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

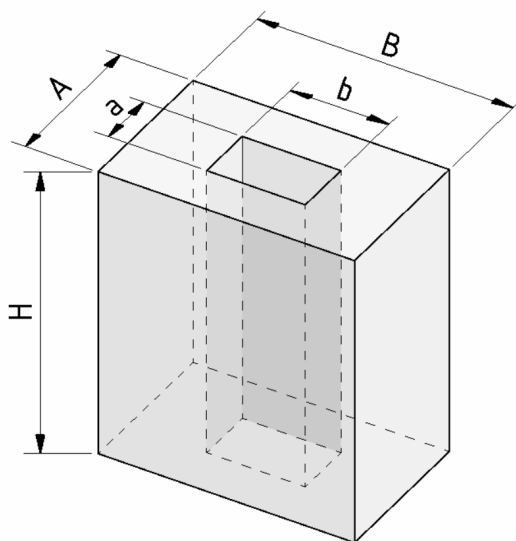
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами $A \times B \times H$ ($8 \times 6 \times H$) и прямоугольным сквозным отверстием размерами $a \times b$ (6×4) погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой $I = 5$ А на $t = 30$ мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d мкм.

Рассчитайте плотность образовавшегося покрытия, если выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ дайте в г/мл с точностью до десятых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + S(\text{боковая внешняя}) + S(\text{боковая внутренняя}) = \\ = 2(AB - ab) + 2(A + B)H + 2(a + b)H = 2(AB - ab + AH + aH + BH + bH).$$

$$V = Sd, m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \text{ значит}$$

$$n = 2\rho d(AB - ab + AH + aH + BH + bH)/M(\text{Al}_2\text{O}_3).$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F$, откуда

$$\rho = IM(\text{Al}_2\text{O}_3)t/[12Fd(AB - ab + AH + aH + BH + bH)].$$

Подставим постоянные величины: $I = 5\text{ А}$, $t = 1800\text{ с}$, $F = 96500\text{ Кл/моль}$, $d_1 = 6\text{ см}$, $d_2 = 8\text{ см}$, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102\text{ г/моль}$.

$$\rho = 0,0661/[d(1 + H)].$$

d необходимо перевести в сантиметры, тогда $\rho = 661/[d(1 + H)]$.

Порядки верных ответов: 1,0–3,7 г/мл.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	4	8	1
d мкм	40	70	5

Задача П.2.4.4. (20 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия концентрацией 0,2 М.

При доведении до метки по ошибке вместо дистиллированной воды был использован 0,1 М раствор поваренной соли. Какую общую минерализацию (массу всех солей в 1 л раствора) будет иметь раствор, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Ответ выразите в г и округлите до сотых.

Решение

Будем сначала считать, что ошибки не произошло. Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, KH_2PO_4 — 136 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{ откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 136n(\text{KH}_2\text{PO}_4).$$

$$\begin{aligned} m(\text{солей}) &= 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - Y/31) + 136 \cdot Y/31 = \\ &= 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31. \end{aligned}$$

Теперь необходимо рассчитать, сколько NaCl было добавлено. Для этого нам потребуется знать объемы всех стандартных растворов солей, взятых для приготовления концентрата, чтобы по остаточному принципу вычислить объем добавленного раствора поваренной соли.

$$V(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31/0,2 = 5Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - Y/31)/0,2 = 5Z/39 - 5Y/31.$$

$$\begin{aligned} V(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31))/0,2 = \\ &= (5/2)(X/14 - Z/39 + Y/31). \end{aligned}$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 5Y/31 - (5Z/39 - 5Y/31) - (5/2)(X/14 - Z/39 + Y/31).$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31).$$

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 5,85 \cdot (1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31)).$$

$$\begin{aligned} m(\text{общ}) &= m(\text{солей}) + m(\text{NaCl}) = 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31 + \\ &+ 5,85 \cdot (1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31)). \end{aligned}$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	49 мг = 0,049 г	63 мг = 0,063 г	7 мг = 0,007 г
Y	31 мг = 0,031 г	37,2 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	78 мг = 0,078 г	273 мг = 0,273 г	39 мг = 0,039 г

Задача II.2.4.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождается практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.2. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

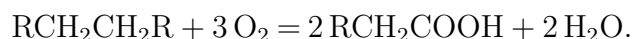
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

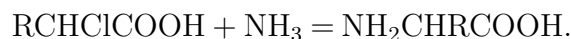
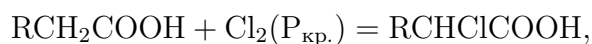
При каталитическом окислении 22,4 л (н. у.) неразветвленного симметричного алкана образуется карбоновая кислота, которая при последовательной обработке желтовато-зеленым газом в присутствии красного фосфора и избытком аммиака дает 150 г аминокислоты В. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты В. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, железо.

Решение

Каталитическое окисление алканов является распространенным способом получения карбоновых кислот. В условии задачи алкан неразветвленный и симметричный:



Последующее воздействие на полученную карбоновую кислоту желтовато-зеленым газом (хлором) в присутствии красного фосфора приводит к образованию продукта галогенирования α -метиленовой группы кислоты, который в ходе взаимодействия с аммиаком дает желаемую аминокислоту:



Согласно уравнениям реакции, можно рассчитать количество вещества образовавшейся карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{алкан}) = \frac{V(\text{алкан})}{V_m} = \frac{22,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{карб. к-та}) = \nu(\text{алкан}) \cdot 2 = 1 \text{ моль} \cdot 2 = 2 \text{ моль}.$$

Опираясь на значения, стехиометрических коэффициентов последующих реакций можно сделать вывод о том, что количество вещества аминокислоты **В** соответствует количеству вещества карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{В}) = \nu(\text{карб. к-та}) = 2 \text{ моль}.$$

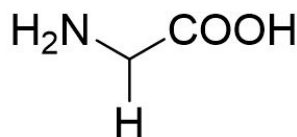
Из условия задачи известно, что в ходе синтеза получается 300 г аминокислоты **В**, следовательно, можно рассчитать ее молекулярную массу:

$$M(\text{В}) = \frac{m(\text{В})}{n(\text{В})} = \frac{150 \text{ г}}{2 \text{ моль}} = 75 \text{ г/моль}.$$

Молекулярная масса аминокислоты складывается из молекулярной массы ее основной части (74 г/моль) и молекулярной массы бокового радикала:

$$M(\text{R}) = M(\text{В}) - M(\text{осн.}) = 75 \text{ г/моль} - 74 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль},$$

$$R = H.$$



Глицин

Аминокислота **В** — глицин.

Ответ: глицин.

Задача II.2.4.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Выберите вещества, получаемые в процессе взаимодействия уксусной кислоты и натриевой соли угольной кислоты.

1. HNO_3 .
2. H_2O .
3. Na .

4. CH_3COONa .
5. CO_2 .
6. Na_2O .
7. O_2 .

Ответ: 2, 4, 5.

Третья попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.5.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровтий на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

Деталь в форме прямоугольной рамки с внешними размерами $A \times B = 6 \times 4$ см и внутренними $a \times b = 4 \times 2$ см, погрузили в стакан, содержащий 100 мл раствор нитрата серебра с концентрацией C_0 М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d нм. После этого деталь аккуратно извлекли, а к оставшемуся раствору прилили избыток раствора соляной кислоты, что привело к выпадению белого осадка.

Найдите его массу, выразите ее в мг и округлите до целых. Толщиной детали и изменением объема раствора, а также потерями жидкости при извлечении детали пренебречь. Плотность серебра — $10,5 \text{ г/см}^3$.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Ее площадь будет равна удвоенной разнице площадей внешнего и внутреннего прямоугольников:

$$S = 2 \cdot (A \cdot B - a \cdot b) = 2 \cdot (6 \cdot 4 - 4 \cdot 2) = 16 \text{ см}^2.$$

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле: $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Тогда конечное количество серебра равно $n(\text{Ag}^+) = C_0 V - n$.

При осаждении ионов серебра с помощью соляной кислоты происходит реакция: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$, поэтому $n(\text{AgCl}) = n(\text{Ag}^+)$, а $m(\text{осадка}) = M(\text{AgCl}) \cdot n(\text{Ag}^+)$,

поэтому

$$\begin{aligned} M(\text{осадка}) &= M(\text{AgCl}) \cdot (C_0V - \rho dS/M(\text{Ag})) = 143,5(0,1C_0 - 1,555d) = \\ &= 14,35C_0 - 0,002235d, \end{aligned}$$

если d подставлять в нанометрах $M(\text{осадка}) \text{ мг} = 14350C_0 - 2,235d$.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Типичное итоговое значение — 50 мг. Точность ± 2 мг.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,003	0,008	0,001
d	7	13	1

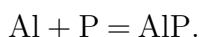
Задача П.2.5.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

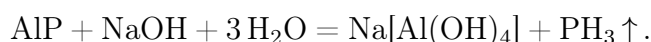
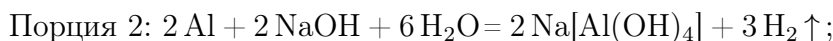
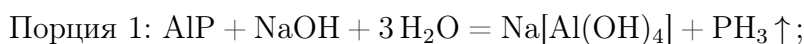
Условие

Измельченную смесь алюминия и красного фосфора прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л газа. Газ во втором случае оказался легче первого. Какова массовая доля алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке, так как в противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь фосфор перешел сначала в форму фосфида алюминия, а затем в форму фосфина, таким образом количество вещества выделившегося из обеих порций фосфина равно начальному количеству вещества фосфора: $n(\text{PH}_3) = n(\text{P}) = 2X/V_m$. Количество вещества водорода тогда будет равно $n(\text{H}_2) = (Y - X)/V_m$.

Осталось рассчитать количество избытка алюминия в каждой порции, а из него — общее количество вещества алюминия.

$$n(\text{Al}) = (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = 2(Y - X)/3V_m, \quad n(\text{Al})_{\text{реак}} = n(\text{P}),$$

$$n(\text{Al})_{\text{общ}} = n(\text{Al})_{\text{реак}} + 2 \cdot n(\text{Al}) = 2X/V_m + 4(Y - X)/3V_m = (2/3V_m)(X + 2Y).$$

$$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/[m(\text{Al}) + m(\text{P})] = (2M(\text{Al})/3V_m)(X + 2Y)/[(2M(\text{Al})/3V_m)(X + 2Y) + 2X/V_m \cdot M(\text{P})].$$

Можно подставить постоянные: $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, $M(\text{P}) = 31$ г/моль, $V_m = 22,4$ л/моль.

$$\text{Тогда } \omega(\text{Al}) \% = (0,804X + 1,607Y)/(3,572X + 1,607Y) \cdot 100.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	11,2	2,24
Y	13,44	22,4	2,24

Задача П.2.5.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия, из которых готовят раствор с нужным содержанием элементов. Какую общую минерализацию (массу всех солей в 1 л раствора) будет иметь раствор, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Ответ выразить в мг и округлить до целых.

Решение

Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, KH_2PO_4 — 136 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 136n(\text{KH}_2\text{PO}_4).$$

$$m(\text{солей}) = 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - Y/31) + 136 \cdot Y/31 = \\ = 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	70	350	70
Y	31	37,2	6,2
Z	78	780	39

Задача II.2.5.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 61,5% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,05 моль этого наполнителя, составляет 10 г. В ответе запишите название элемента в одно слово русскими буквами.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного оксида A_xO_y .

$m(A_xO_y) = 10 \cdot 0,615 = 6,15$ г, $M(A_xO_y) = 6,15/0,05 = 123$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n .

При $n = 1$ $M(A) = (123 - 16)/2 = 53,5$, не соответствует элементу.

$n = 2$ $M(A) = 123 - 16 = 107$, это палладий, но оксид палладия (II) — черный, не подходит.

$n = 3$ $M(A) = (123 - 16 \cdot 3)/2 = 37,5$, не соответствует элементу.

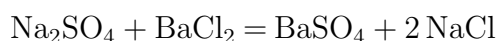
$n = 4$ $M(A) = 123 - 16 \cdot 2 = 91$, это цирконий, ZrO_2 белый, подходит.

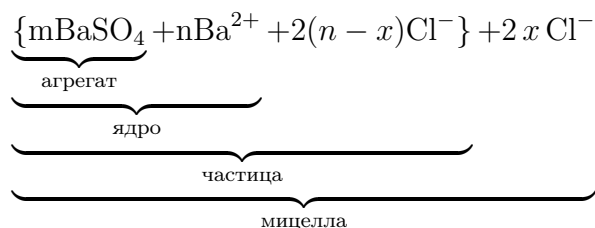
Ответ: цирконий.

Задача II.2.5.5. (2 балла)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:





Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов $(n-x)$, находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **A** если известно, что:

- в ходе реакции взаимодействия вещества **A** с гидроксидом натрия происходит выпадение белого осадка;
- под действием гидроортофосфата калия в присутствии водного раствора аммиака на раствор вещества **A** образуется белый осадок;
- раствор вещества **A** не взаимодействует с раствором хлорида бария;
- под действием нитрата серебра (I) из вещества **A** образуется белый осадок, который растворяется в водном растворе аммиака.

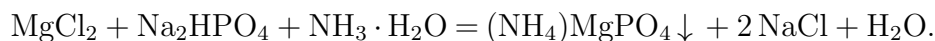
В качестве ответа введите формулу вещества **A**.

Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **A** является MgCl_2 , так как:

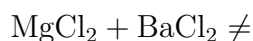
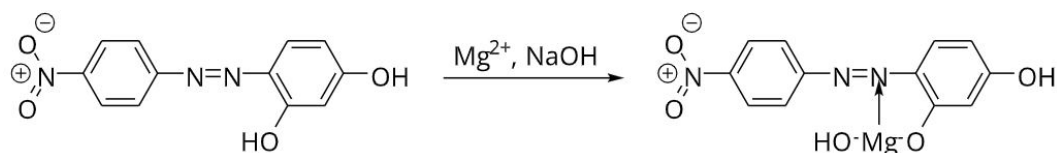


$\text{Mg}(\text{OH})_2$ — нерастворимый в воде осадок белого цвета.

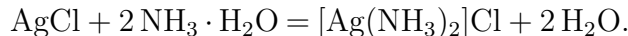
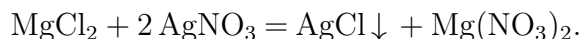


$(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4$ — осадок белого цвета.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$, образующийся под действием NaOH на MgCl_2 , образует комплекс с магнезоном I, который выпадает из раствора в виде синего осадка:



MgCl_2 не взаимодействует с BaCl_2 .



AgCl — белый осадок растворимый в водном растворе аммиака.

Ответ: MgCl_2 .

Задача II.2.5.6. (10 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Методы разделения веществ в химии позволяют получить в чистом виде все составляющие смесь компоненты. Выберите из предложенного списка методы, не относящиеся к разделению веществ.

1. Фильтрация.
2. Перемешивание.
3. Дистилляция.
4. Адсорбция.
5. Отстаивание.
6. Хроматография.
7. Перегонка.

Ответ: 2.

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

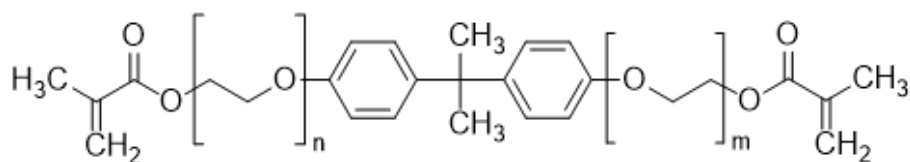
Задача II.2.6.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Бисфенол А (2,2-бисгидроксифенилпропан) — важнейшее сырье для получения композитов для отверждаемых пломб в стоматологии, так как они представляют собой многокомпонентную смесь на основе органического мономера, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу.

Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении ниже. Бисфенол А получают конденсацией фенола и ацетона в присутствии катализаторов. Какую минимальную массу фенола нужно взять для синтеза 90,4 г bis-EMA, в котором $m = n = 1$, если выход упомянутой реакции конденсации — 75%? Массу выразите в г и округлите до сотых.



ethoxylated Bis-GMA derivative (Bis-EMA)

Решение

Бисфенол А содержит 2 бензольных кольца (фенольных фрагмента), значит для получения 1 моля бисфенола А нужно взять 2 моля фенола, а для получения 1 моля Bis-GMA необходимо взять 1 моль бисфенола. Брутто-формула Bis-GMA — $C_{29}H_{36}O_8$, $M(\text{Bis-GMA}) = 452$ г/моль.

$n(\text{Bis-GMA}) = m/M = 90,4/452 = 0,2$ моль, значит $n(\text{фенола}) = 0,4$ моль, $M(C_6H_5OH) = 94$ г/моль, $m(\text{фенола}) = 94 \cdot 0,4 = 37,6$ г.

Ответ: $37,6 \pm 0,1$.

Задача II.2.6.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

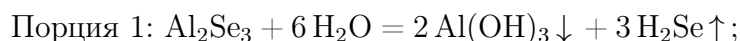
Измельченную смесь алюминия и селена прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а ко второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом в обоих случаях выделялись бесцветные газы. Выделившиеся газы собрали и совместно сожгли, в результате чего образовалось X г воды и Y г

оксида селена (IV). Какова массовая доля селена в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

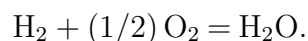
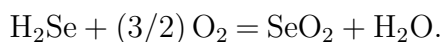
Решение

Поведение селена в вышеперечисленных процессах напоминает поведение серы, поэтому уравнения реакции также записываются аналогичным образом.

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (селен и селенид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились селенид алюминия и избыток самого алюминия.



Уравнения горения газов:



Найдем количества выделившихся газов — водорода и сероводорода. Пусть $n(\text{H}_2) = x$, $n(\text{H}_2\text{S}) = y$. Тогда $Y = 111y$, $X = 18x + 18y$, откуда $x = X/18 - Y/111$, $y = Y/111$.

Заметим, что весь селен, содержащийся в начальной смеси, перешел сначала в селенид алюминия, а затем и в селеноводород, поэтому $n(\text{Se}) = n(\text{H}_2\text{Se}) = Y/111$.

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/111)$.

Количество прореагировавшего по реакции $2 \text{Al} + 3 \text{Se} = \text{Al}_2\text{Se}_3$ алюминия составляет $2/3$ от количества селена или $n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (2/3) \cdot (Y/111) = 2Y/333$.

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/111) + 2Y/333 = 2X/27 - 2Y/333.$$

$$\begin{aligned} \omega(\text{Se}) \% &= n(\text{Se})M(\text{Se})/[n(\text{Se})M(\text{Se}) + n(\text{Al})M(\text{Al})] = \\ &= (79Y/111)/[61Y/111 + 2X] = 79Y/(61Y + 222X) \cdot 100. \end{aligned}$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	8,96	22,4	2,24
Y	2,24	8,96	2,24

Задача II.2.6.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

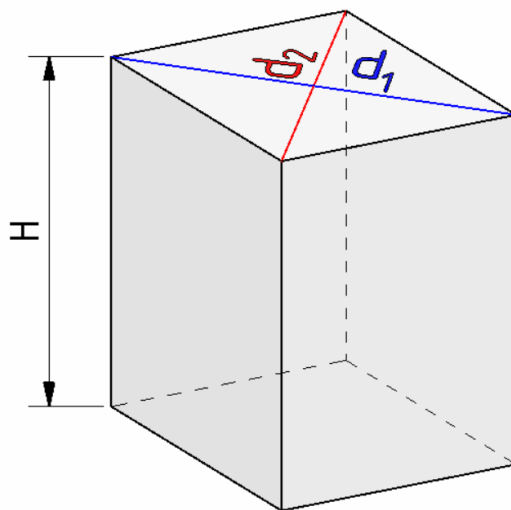
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме призмы с основанием в виде ромба с диагоналями $d_1 = 6$ см, $d_2 = 8$ см и боковыми сторонами, равными H см (см. рис.), погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока на 30 мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d мкм.

Какова средняя сила тока анодирования, если принять плотность образовавшегося покрытия равной $\rho = 4$ г/мл, а выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ выразите в А и округлите до десятых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор, и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + 4S(\text{боковая}) = 2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H.$$

$$V = Sd, m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \text{ значит } n = \rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)/M(\text{Al}_2\text{O}_3).$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3, n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F, \text{ откуда}$$

$$I = 6\rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)t].$$

Подставим постоянные величины: $\rho = 4$ г/мл, $t = 1800$ с, $F = 96500$ Кл/моль, $d_1 = 6$ см, $d_2 = 8$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль.

$$I = 6\rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)t] = 50,46d(24 + 5H).$$

d необходимо перевести в сантиметры, тогда $I = 0,005046d(24 + 5H)$.

Порядки верных ответов: 0,1–19 А.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	1	6	1
d мкм	10	70	10

Задача II.2.6.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,05 М растворы нитрата калия и гидрофосфата калия, требуется приготовить стандартный раствор нитрата аммония. Какую минимальную молярную концентрацию может иметь этот раствор, чтобы приготовление конечной смеси-концентрата, который содержал бы X г азота, Y г фосфора и Z г калия по схеме, описанной выше, было возможным? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в моль/л и округлите до тысячных.

Решение

Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$\begin{aligned} n(\text{P}) &= n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда} \\ n(\text{KNO}_3) &= n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31. \\ n(\text{N}) &= n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда} \\ n(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)). \end{aligned}$$

Для того, чтобы итоговый раствор можно было приготовить по указанной методике, нужно, чтобы суммарный объем растворов не превышал 1 л. При минимальной концентрации NH_4NO_3 сумма трех объемов, вносимых в мерную колбу, будет равна ровно 1 л.

Рассчитаем объемы каждого раствора:

$$V(\text{K}_2\text{HPO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31/0,05 = 20Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - 2 \cdot Y/31)/0,05 = 20Z/39 - 40Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/2C.$$

$$1 = 20Y/31 + 20Z/39 - 40Y/31 + (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/2C.$$

$$C = [X/14 - Z/39 + 2 \cdot Y/31]/[2 - 40(Z/39 - Y/31)].$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280 мг = 0,28 г	490 мг = 0,49 г	70 мг = 0,070 г
Y	31 мг = 0,031 г	31 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	117 мг = 0,117 г	195 мг = 0,195 г	39 мг = 0,039 г

Задача П.2.6.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождает практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.3. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

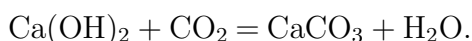
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При горении 17,4 г одноосновной аминокислоты **А** выделяется 12,6 мл воды и 17,92 л (н. у.) газообразной смеси, при пропускании которой через известковую воду образуется 60 г осадка. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **А**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

Решение

При горении аминокислоты образуются следующие продукты: вода, углекислый газ и азот. Из двух получаемых газов только углекислый газ при пропускании через известковую воду вступает в реакцию:



Из условия задачи известно, что в ходе приведенной выше реакции образуется 300 г осадка карбоната кальция. Из уравнения реакции находим количество вещества и объем углекислого газа:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{60 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,6 \text{ моль},$$

$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,6 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 13,44 \text{ л}.$$

Затем находим объем и количество вещества выделившегося азота:

$$V(\text{N}_2) = V(\text{CO}_2 + \text{N}_2) - V(\text{CO}_2) = 17,92 \text{ л} - 13,44 \text{ л} = 4,48 \text{ л},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо определить количество вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O})}{M} = \frac{12,6 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл}}{18 \text{ г/моль}} = 0,7 \text{ моль}.$$

Из полученных значений количеств вещества продуктов находим значение количеств веществ основным элементам, входящих в состав аминокислоты. Так, на одну молекулу углекислого газа приходится один атом углерода и их количества вещества совпадают:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,6 \text{ моль}.$$

На молекулу вещества воды приходится 2 атома водорода, поэтому количество вещества воды умножаем на 2:

$$\nu(\text{H}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 0,7 \text{ моль} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}.$$

Аналогично и в случае азота, на одну молекулу газа приходится 2 атома азота:

$$\nu(\text{N}) = \nu(\text{N}_2) \cdot 2 = 0,2 \text{ моль} \cdot 2 = 0,4 \text{ моль}.$$

Опираясь на полученные данные рассчитываем массы соответствующих элементов:

$$m(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,6 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г},$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,4 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 1,4 \text{ г},$$

$$m(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}.$$

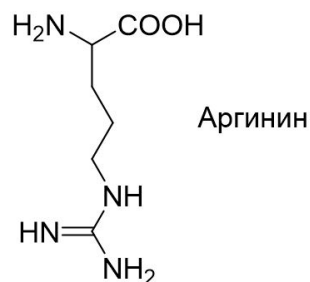
Затем находим массу и количество вещества кислорода в аминокислоте:

$$m(\text{O}) = m(\text{A}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N})) = 17,4 \text{ г} - (7,2 \text{ г} + 1,4 \text{ г} + 5,6 \text{ г}) = 3,2 \text{ г},$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{m}{M(\text{O})} = \frac{3,2 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 0,6 : 1,4 : 0,4 : 0,2.$$

Из условия задачи нам известно, что аминокислота **A** одноосновная, следовательно, в ней содержится минимум 2 атома кислорода и рассчитанная формула принимает вид — $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$.



Из всех известных протеиногенных аминокислот, только в случае аргина в состав входят 4 атома азота.

Аминокислота **A** — аргинин.

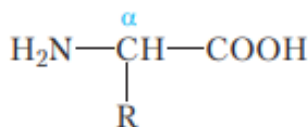
Ответ: аргинин.

Задача II.2.6.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Формула какого вещества представлена ниже? Выберите верный ответ.



1. Формула α -глицеринов в общем виде.
2. Формула α -аминокислот в общем виде.
3. Формула аммиака.
4. Формула α -гликогена.

Ответ: 2.

Четвертая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.7.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровов на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

В детали в форме круглого диска диаметром $D = 8$ см просверлили отверстие меньшего диаметра d , затем погрузили ее в стакан, содержащий 100 мл раствор нитрата серебра с концентрацией C_0 М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной x мкм, а концентрация раствора снизилась до $C = 0,003$ М.

Рассчитайте диаметр просверленного отверстия и выразите его в см, округлив до десятых. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Площадь круга равна πR^2 , где R — радиус окружности. Плотность серебра — $10,5$ г/см³.

Решение

Найдем формулу для площади поверхности детали. Ее площадь будет равна удвоенной разнице площадей внешнего и внутреннего кругов: $S = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$, откуда получаем формулу для внутреннего диаметра: $d = \sqrt{D^2 - 4S/\pi}$.

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ и выразим через него площадь поверхности. Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ .

$$\text{Тогда } n(\text{Ag}) = C_0 V(\text{р-ра}) - C V(\text{р-ра}) = V(\text{р-ра})(C_0 - C).$$

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V(\text{Ag}) = Sx$. Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, получаем

$$S = M(\text{Ag})n(\text{Ag})/\rho x = M(\text{Ag})V(\text{р-ра})(C_0 - C)/\rho x.$$

Подставив все в одну формулу для d , получаем

$$d = \sqrt{D^2 - 4M(\text{Ag})(C_0 - C)V(\text{р-ра})/(\pi\rho x)} = \sqrt{64 - 1,31(C_0 - 0,003)/x}.$$

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Типичное итоговое значение — 60 мм. Точность ± 2 мм.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0035	0,006	0,0005
x	0,8	1,3	0,1

Задача II.2.7.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

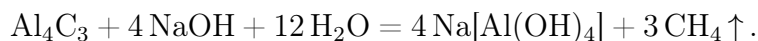
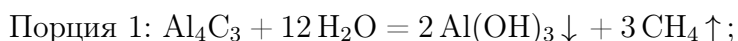
Условие

Измельченную смесь a г алюминия и b г углерода прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, в обоих случаях наблюдалось выделение бесцветного газа. Газы, выделившиеся в результате этих реакций, объединили и высушили. Чему равна плотность полученной смеси по водороду? Ответ округлите до целых.

Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке. В противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



Найдем количества алюминия и углерода. $n(\text{Al}) = a/M(\text{Al})$, $n(\text{C}) = b/M(\text{C})$. Значения a и b в задании подобраны таким образом, чтобы алюминий находился в избытке (иначе можно было бы дать ответ на поставленный вопрос немедленно, так как смесь газов состояла бы из чистого метана).

Видно, что в обоих случаях выделяется одинаковое количество метана, а во второй порции еще и водород за счет реакции избытка алюминия с раствором щелочи. Найдем их количества.

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь углерод перешел сначала в форму карбида алюминия, а затем в форму метана, таким образом количество вещества метана равно начальному количеству вещества углерода: $n(\text{CH}_4) = n(\text{C}) = b/M(\text{C})$.

Осталось рассчитать количество вещества водорода. Для начала найдем количество алюминия, содержащееся в каждой из порций после прокаливании $n(\text{Al})_{\text{ост}}$.

$$n(\text{Al})_{\text{реак}} = 4/3 \cdot n(\text{C}) = 4b/3M(\text{C}).$$

$$n(\text{Al})_{\text{ост}} = (1/2) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

$$\text{Тогда } n(\text{H}_2) = (3/2) \cdot n(\text{Al})_{\text{ост}} = (3/4) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

Подставим в формулы $M(\text{C}) = 12$ г/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, чтобы они стали менее громоздкими.

$$\text{Тогда } n(\text{CH}_4) = b/12, \quad n(\text{H}_2) = a/36 - b/12.$$

Найдем среднюю молярную массу газовой смеси.

$$M_{\text{ср}} = \frac{m(\text{общ})}{n(\text{общ})} = \frac{[m(\text{H}_2) + m(\text{CH}_4)]}{[n(\text{H}_2) + n(\text{CH}_4)]} = \frac{[16(b/12) + 2(a/36 - b/12)]}{[a/36]} = 2 + 42(b/a).$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a	27	54	3
b	8	12	1

Задача II.2.7.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия. Какова массовая доля кислорода в смеси солей, образующейся при осторожном выпаривании досуха питательного раствора, который содержит X г азота, Y г фосфора и Z г калия? Возможными процессами разложения и гидролиза солей пренебречь.

Решение

Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, K_2HPO_4 — 174 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 174n(\text{K}_2\text{HPO}_4).$$

$$m(\text{солей}) = 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) + 174 \cdot Y/31 =$$

$$= 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31.$$

$$m(\text{O}) = 16 \cdot (4n(\text{KH}_2\text{PO}_4) + 3 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 3 \cdot n(\text{KNO}_3)) =$$

$$= 64Y/31 + 24 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 48 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) = 16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39.$$

$$\omega(\text{O}) \% = \frac{m(\text{O})}{m(\text{солей})} = \frac{[16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39]}{[20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31]} \cdot 100.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280	490	35
Y	31	37,2	6,2
Z	117	195	13

Задача П.2.7.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии - многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 46% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой фторид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,02 моль этого наполнителя, составляет 10 г. В ответе запишите название элемента в именительном падеже.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного фторида AF_n .

$$m(\text{AF}_n) = 10 \cdot 0,46 = 4,6 \text{ г}, M(\text{A}_x\text{O}_y) = 4,6/0,02 = 230 \text{ г/моль}.$$

При $n = 1$ $M(\text{A}) = 230 - 19 = 211$, стабильных элементов с такой массой нет.

$n = 2$ $M(\text{A}) = 230 - 38 = 198$, иридий. Фторид иридия (II) неизвестен, в соединениях со фтором иридий проявляет более высокие степени окисления.

$n = 3$ $M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 3 = 173$, иттербий. YbF_3 белого цвета, может применяться для композитов.

$$n = 4 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 4 = 154, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 5 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 5 = 135, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 6 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 6 = 116, \text{ индий, не проявляет степени окисления «+6»}.$$

$$n = 7 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 7 = 97, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 8 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 8 = 78, \text{ не соответствует элементу.}$$

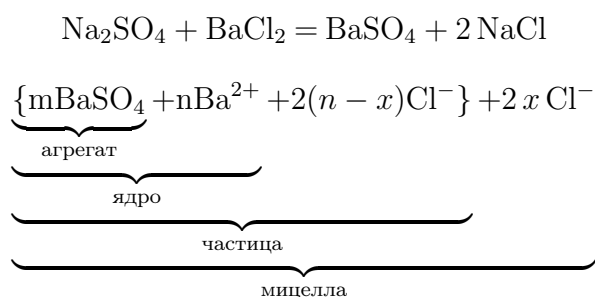
Таким образом, единственное подходящее вещество — фторид иттербия (III).

Ответ: иттербий.

Задача II.2.7.5. (2 балла)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:



Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов ($n-x$), находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **B** если известно, что:

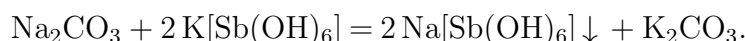
- раствор вещества **B** окрашивает пламя горелки в желтый цвет;
- при взаимодействии раствора вещества **B** с гексагидроксостибатом калия образуется белый осадок;
- в ходе реакции взаимодействия раствора вещества **B** цинкуранилацетатом в присутствии уксусной кислоты наблюдается выпадение осадка желтого цвета;
- при добавлении к раствору вещества **B** хлорида бария наблюдается выпадение белого осадка;
- раствор вещества **B** взаимодействует с соляной кислотой с образованием бесцветного газа.

В качестве ответа введите формулу вещества **B**.

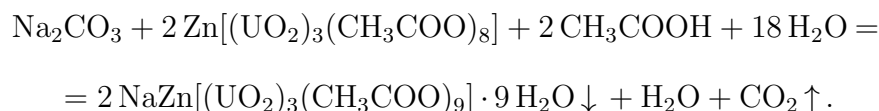
Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **B** является Na_2CO_3 , так как:

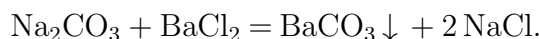
Ионы натрия окрашивают пламя в желтый цвет.



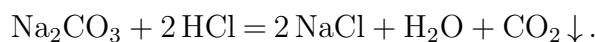
$\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ — белый осадок, плохо растворимый в воде.



$\text{NaZn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ — желтый осадок.



BaCO_3 — белый нерастворимый осадок.



При разложении угольной кислоты происходит образование углекислого газа — CO_2 .

Ответ: Na_2CO_3 .

Задача II.2.7.6. (8 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Химические взаимодействия веществ изучаются человечеством на протяжении многих веков. Выберите верные утверждения, описывающие некоторые свойства химических реакций.

1. Суммарная масса продуктов реакции должна быть равна суммарной массе исходных веществ.
2. Схема реакции показывает только состав исходных веществ и продуктов реакции, но не может полностью отражать сущность реакции.
3. Сущность химической реакции с позиции атомно-молекулярной теории заключается в том, что продукты реакции образуются из тех же атомов, которые входили в состав исходных веществ.
4. Уравнение реакции учитывает, что число атомов каждого химического элемента в реакции не меняется.
5. Уравнение реакции показывает только состав исходных веществ и продуктов реакции, но не может полностью отражать сущность реакции.
6. Схема реакции учитывает, что число атомов каждого химического элемента в реакции не меняется.

Ответ: 1, 2, 3, 4.

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

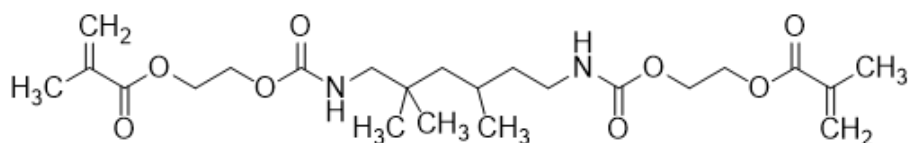
Задача П.2.8.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

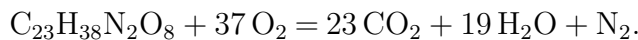
Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу.

Одним из таких мономеров является UDMA — соединение с формулой, представленной на изображении. Какой суммарный объем будут занимать газы, выделившиеся при полном сгорании 4,7 г этого мономера после приведения их к нормальным условиям? Ответ введите в мл с точностью до целых.



Решение

Молекулярная формула представленного на изображении вещества — $C_{23}H_{38}N_2O_8$.
Запишем уравнение реакции его горения:



$$M(C_{23}H_{38}N_2O_8) = 470 \text{ г/моль}, \quad n(C_{23}H_{38}N_2O_8) = 4,7/470 = 0,01 \text{ г/моль},$$

$$n(\text{газов}) = 0,24 \text{ моль}.$$

$$V(\text{газов}) = 0,24 \cdot 22,4 \cdot 1000 = 5376 \text{ мл}.$$

Ответ: 5376 ± 8 .

Задача II.2.8.2. (20 баллов)

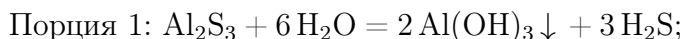
Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

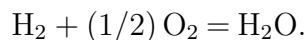
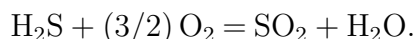
Измельченную смесь алюминия и серы прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом в обоих случаях выделялись бесцветные газы. Выделившиеся газы собрали и совместно сожгли, в результате чего образовалось X г воды и Y г сернистого газа. Какова масса алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в г и округлите до целых.

Решение

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (сера и сульфид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились сульфид алюминия и избыток самого алюминия.



Уравнения горения газов:



Найдем количества выделившихся газов — водорода и сероводорода.

Пусть $n(H_2) = x$, $n(H_2S) = y$. Тогда $Y = 64y$, $X = 18x + 18y$.

Откуда $x = X/18 - Y/64$, $y = Y/64$.

Заметим, что вся сера, содержавшаяся в начальной смеси, перешла сначала в сульфид алюминия, а затем и в сероводород, поэтому $n(S) = n(H_2S) = Y/64$.

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/64)$.

Количество прореагировавшего по реакции $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ алюминия составляет $2/3$ от количества серы или $n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (2/3) \cdot (Y/64) = Y/96$.

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/64) + Y/96 = 2X/27 - Y/144.$$

Общая масса алюминия — $m(\text{Al}) = n(\text{Al})M(\text{Al}) = 2X - 27Y/144$.

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	9	36	9
Y	2	12	2

Задача II.2.8.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

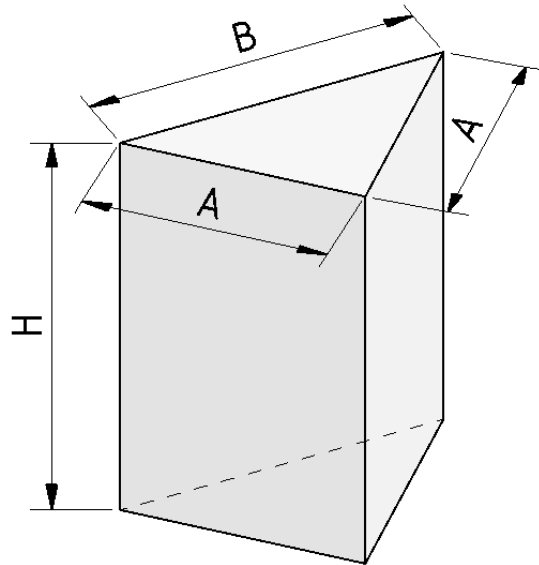
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме призмы с основанием в виде равнобедренного треугольника с основанием $B = 6$ см и боковыми сторонами, равными $A = 5$ см и высотой H (см. рис.), погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой 5 А.

Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d . В течении какого времени велось анодирование, если принять плотность образовавшегося покрытия равной $\rho = 4$ г/мл, а выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ выразите в мин и округлите до целых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль. Толщиной растворившегося слоя алюминия пренебречь.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + SA(\text{боковая}) + 2SB(\text{боковая}) = 2B\sqrt{a^2 - b^2/4} + (2A + B)H.$$

$$V = Sd, m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \text{ значит } n = \rho d(2B\sqrt{a^2 - b^2/4} + (2A + B)H)/M(\text{Al}_2\text{O}_3).$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3, n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F, \text{ откуда}$$

$$t = 6\rho d(2B\sqrt{A^2 - B^2/4} + (2A + B)H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)I].$$

Подставим постоянные величины: $\rho = 4$ г/мл, $I = 5$ А, $F = 96500$ Кл/моль, $A = 5$ см, $B = 6$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль.

$$t \text{ с} = 6\rho d(2B\sqrt{A^2 - B^2/4} + (2A + B)H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)I] = 72658d(3 + 2H).$$

Если d подставлять в нм, то $t \text{ мин} = 0,1211d(3 + 2H)$.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	1	6	1
d мкм	10	70	10

Задача II.2.8.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,1 М растворы нитрата калия и дигидрофосфата калия, требуется приготовить стандартный раствор нитрата аммония.

Какую минимальную молярную концентрацию может иметь этот раствор, чтобы приготовление конечной смеси-концентрата, который содержал бы X г азота, Y г фосфора и Z г калия по схеме, описанной выше, было возможным? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в моль/л и округлите до тысячных.

Решение

Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{P}) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

Для того, чтобы итоговый раствор можно было приготовить по указанной методике, нужно, чтобы суммарный объем растворов не превышал 1 л. При минимальной концентрации NH_4NO_3 сумма трех объемов, вносимых в мерную колбу, будет равна ровно 1 л.

Рассчитаем объемы каждого раствора:

$$V(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31/0,1 = 10Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - Y/31)/0,1 = 10Z/39 - 10Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (X/14 - (Z/39 - Y/31))/2C.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	70 мг = 0,07 г	350 мг = 0,35 г	70 мг = 0,07 г
Y	31 мг = 0,031 г	31 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	78 мг = 0,117 г	273 мг = 0,273 г	39 мг = 0,039 г

Задача П.2.8.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождается практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.4. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

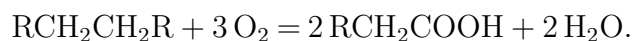
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При каталитическом окислении 44,8 л (н. у.) неразветвленного симметричного алкана образуется карбоновая кислота, которая при последовательной обработке желтовато-зеленым газом в присутствии красного фосфора и избытком аммиака дает 300 г аминокислоты **В**. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **В**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

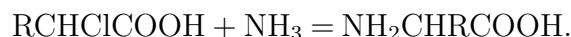
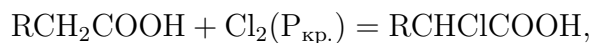
Решение

Каталитическое окисление алканов является распространенным способом получения карбоновых кислот. В условии задачи алкан неразветвленный и симметричный:



Последующее воздействие на полученную карбоновую кислоту желтовато-зеленым газом (хлором) в присутствии красного фосфора приводит к образованию продукта галогенирования α -метиленовой группы кислоты, который в ходе взаимодействия с

аммиаком дает желаемую аминокислоту:



Согласно уравнениям реакции, можно рассчитать количество вещества образовавшейся карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{алкан}) = \frac{V(\text{алкан})}{V_m} = \frac{44,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 2 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{карб. к-та}) = \nu(\text{алкан}) \cdot 2 = 2 \text{ моль} \cdot 2 = 4 \text{ моль}.$$

Опираясь на значения, стехиометрических коэффициентов последующих реакций можно сделать вывод о том, что количество вещества аминокислоты **В** соответствует количеству вещества карбоновой кислоты:

$$\nu(B) = \nu(\text{карб. к-та}) = 4 \text{ моль}.$$

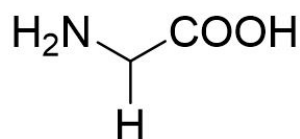
Из условия задачи известно, что в ходе синтеза получается 300 г аминокислоты **В**, следовательно, можно рассчитать ее молекулярную массу:

$$M(B) = \frac{m(B)}{n(B)} = \frac{300 \text{ г}}{4 \text{ моль}} = 75 \text{ г/моль}.$$

Молекулярная масса аминокислоты складывается из молекулярной массы ее основной части (74 г/моль) и молекулярной массы бокового радикала:

$$M(R) = M(B) - M(\text{осн.}) = 75 \text{ г/моль} - 74 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль},$$

$$R = H.$$



Глицин

Аминокислота **В** — глицин.

Ответ: глицин.

Задача II.2.8.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Органические соединения, в состав которых входит одна или несколько гидроксильных групп, непосредственно связанных с насыщенным атомом углерода называют спиртами. Выберите верное утверждение, характерное для данных соединений.

1. Метанол и этанол смешиваются с водой в различных пропорциях.
2. Многие спирты можно обнаружить в природных объектах.
3. С увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта растворимость в воде снижается.
4. С увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта растворимость в воде повышается.
5. Метанол, этанол и изомерные пропанолаы смешиваются с водой в пропорциях только до 40% по массе.
6. Спирты являются продуктами химической промышленности и их наличие в биологических и природных объектах исключено.

Ответ: 1, 2, 3.

Инженерный тур

Задания по компетенциям «Химик»

Задача П.3.1.1. (2 балла)

Темы: метрология, электроаналитическая химия.

Укажите диапазон концентраций, при которых проводятся аналитические измерения с помощью электрохимических методов анализа.

- А. от 10^{-10} до 1 моль/дм³;
- В. от 10^{-12} до 10^{-9} моль/дм³;
- С. от 10^{-3} до 1 моль/дм³.

Ответ: А.

Задача П.3.1.2. (2 балла)

Темы: аналитическая химия, электрохимия.

Какой электрохимический метод позволяет одновременно определить качественный и количественный состав системы?

- А. электрогравиметрия;
- В. потенциометрия;
- С. вольтамперометрия.

Ответ: С.

Задача П.3.1.3. (2 балла)

Темы: электрохимия, физическая химия.

Электрохимическая реакция — это...

- А. гетерогенная реакция переноса электронов (или ионов) через границу раздела электропроводящих фаз;
- В. реакция, приводящая к коррозии электрода;
- С. процесс массопереноса из раствора в приэлектродный слой.

Ответ: А.

Задача П.3.1.4. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Электрод, на котором происходит окисление называется...

- А. анод;
- В. катод;

С. вспомогательный.

Ответ: А.

Задача П.3.1.5. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Ток, возникающий в процессе окисления на аноде называется...

- А. анодный;
- В. катодный;
- С. емкостный.

Ответ: А.

Задача П.3.1.6. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Ток процесса восстановления на катоде называется...

- А. катодный;
- В. анодный;
- С. емкостный.

Ответ: А.

Задача П.3.1.7. (2 балла)

Темы: электрохимия, ОВР.

Процесс отдачи атомами электронов называется...

- А. восстановление;
- В. окисление;
- С. миграция.

Ответ: В.

Задача П.3.1.8. (2 балла)

Темы: электрохимия, ОВР.

Процесс принятия атомом электронов называется...

- А. восстановление;
- В. окисление;
- С. миграция.

Ответ: А.

Задача П.3.1.9. (2 балла)

Темы: электрохимия, потенциометрия, вольтамперометрия.

Электрод с постоянным значением потенциала называется...

- А. электродом сравнения;
- В. рабочим электродом;
- С. противозлектродом.

Ответ: А.

Задача П.3.1.10. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Электрод с большой площадью поверхности для стабилизации потенциала электрода сравнения (отвода тока) называется...

- А. электродом сравнения;
- В. рабочим электродом;
- С. противозлектродом.

Ответ: С.

Задача П.3.1.11. (2 балла)

Темы: метрология, электроаналитическая химия.

Аналитическим сигналом в инверсионной вольтамперометрии является...

- А. высота пика;
- В. масса навески;
- С. объем титранта.

Ответ: А.

Задача П.3.1.12. (2 балла)

Темы: потенциометрия, вольтамперометрия, электроаналитическая химия, электроды.

Хлорсеребряный электрод является электродом...

- А. первого рода;
- В. второго рода;
- С. третьего рода.

Ответ: В.

Задача П.3.1.13. (2 балла)

Темы: электрохимия, электродный процесс.

Электрохимическая реакция протекает на электроде...

- А. сравнения;
- В. вспомогательном;
- С. рабочем.

Ответ: С.

Задача П.3.1.14. (2 балла)

Темы: электроды, электрохимия.

В качестве электрода сравнения используют...

- А. стеклоуглеродный электрод;
- В. хлоридсеребряный электрод;
- С. графитовый электрод.

Ответ: В.

Задача П.3.1.15. (2 балла)

Темы: метрология, аналитическая химия.

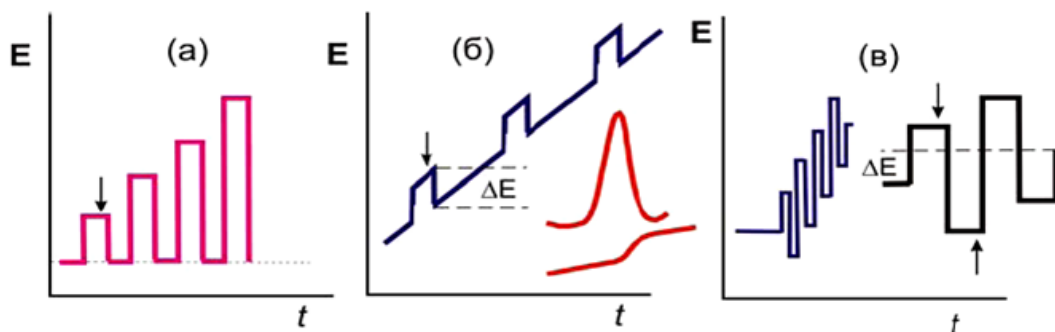
Среднее значение измерений физической величины на заключительной стадии анализа, функционально связанной с содержанием компонента это...

- А. аналитический сигнал;
- В. фоновый сигнал;
- С. физический сигнал.

Ответ: А.

Задача П.3.1.16. (2 балла)

Темы: вольтамперометрия, полярография.



Развертка поляризующего напряжения, представленная на рисунке, соответствует...

- А. (а) — нормальная импульсная вольтамперометрия,
- (б) — дифференциально-импульсная вольтамперометрия,
- (в) — квадратно-волновая вольтамперометрия;

-
- В. (а) — квадратно-волновая вольтамперометрия,
(б) — дифференциально-импульсная вольтамперометрия,
(в) — нормальная импульсная вольтамперометрия;
- С. (а) — квадратно-волновая вольтамперометрия,
(б) — нормальная импульсная вольтамперометрия,
(в) — дифференциально-импульсная вольтамперометрия.

Ответ: А.

Задача II.3.1.17. (2 балла)

Темы: метрология, вольтамперометрия, аналитическая химия.

Какая функциональная зависимость лежит в основе метода вольтамперометрии?

- А. $I = f(C)$;
В. $I = f(E)$;
С. $I = f(t)$.

Ответ: В.

Задача II.3.1.18. (2 балла)

Темы: электрохимия, физическая химия, электрод, ОВР.

Какие электрохимические процессы протекают в вольтамперометрической ячейке?

- А. в процессе электролиза участвуют определяемое вещество и фоновый электролит;
В. электрохимическая реакция на электродах не протекает;
С. электролизу подвергается небольшое количество определяемого вещества, которое находится вблизи поверхности рабочего электрода.

Ответ: С.

Задача II.3.1.19. (2 балла)

Темы: полярография, вольтамперометрия.

Какие электроды входят в состав ячейки для вольтамперометрических измерений?

- А. Три электрода — рабочий электрод, индикаторный электрод и электрод сравнения;
В. Два электрода — вспомогательный электрод и электрод сравнения;
С. Три электрода — рабочий электрод, электрод сравнения и вспомогательный электрод.

Ответ: С.

Задача II.3.1.20. (2 балла)

Темы: электрохимия, миграционный ток.

Как устраняется влияние миграционного переноса ионов на величину тока в методах вольтамперометрии?

- А. Введением индифферентного электролита;
- В. Перемешиванием раствора;
- С. Плавным изменением потенциала.

Ответ: А.

Задача II.3.1.21. (2 балла)

Темы: электрохимия, электролиты, электролитическая диссоциация.

В качестве индифферентного фоновых электролита используют...

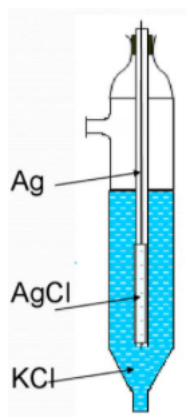
- А. KCl ;
- В. C_6H_6 ;
- С. H_2O .

Ответ: А.

Задача II.3.1.22. (2 балла)

Темы: электродика, ионика, электрохимия, электродный потенциал.

Электрод, представленный на схеме, может быть использован в качестве...



- А. электрода сравнения;
- В. рабочего электрода;
- С. противозэлектрода.

Ответ: А.

Задача II.3.1.23. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Электрод, представленный на рисунке, может быть использован в качестве...



- А. электрода сравнения;
- В. рабочего электрода;
- С. противоэлектрода.

Ответ: С.

Задача II.3.1.24. (2 балла)

Темы: электрохимия, вольтамперометрия.

На рисунке изображены...



- А. стеклоуглеродные электроды;
- В. угольнопастовые электроды;
- С. хлоридсеребряные электроды.

Ответ: А.

Задача II.3.1.25. (2 балла)

Темы: электрохимия, вольтамперометрия.

Представленный на рисунке золотой электрод можно использовать в качестве...



- А. электрода сравнения;
- В. рабочего электрода;
- С. противоэлектрода.

Ответ: В.

Задача П.3.1.26. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента.

Мерные колбы изображены на рисунке...



Рис. П.3.1. Изображение 1



Рис. П.3.2. Изображение 2



Рис. П.3.3. Изображение 3

- А. изображение 1;
- В. изображение 2;
- С. изображение 3.

Ответ: С.

Задача П.3.1.27. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента.



Рис. П.3.4. Изображение 1



Рис. П.3.5. Изображение 2



Рис. П.3.6. Изображение 3

Конические колбы изображены на рисунке...

- А. изображение 1;

- В. изображение 2;
С. изображение 3.

Ответ: А.

Задача П.3.1.28. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента.

Химические стаканы изображены на рисунке...



Рис. П.3.7. Изображение 1



Рис. П.3.8. Изображение 2



Рис. П.3.9. Изображение 3

- А. изображение 1;
В. изображение 2;
С. изображение 3.

Ответ: А.

Задача П.3.1.29. (2 балла)

Темы: химическая метрология, техника химического эксперимента.

Погрешность для мерных сосудов первого класса...

- А. соответствует наименьшей цене деления;
В. не превышает половину цены деления;
С. 1 мл.

Ответ: В.

Задача П.3.1.30. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента.

Погрешность для мерных сосудов второго класса...

- А. соответствует наименьшей цене деления;
В. не превышает половину цены деления;
С. 1 мл.

Ответ: А.

Задача П.3.1.31. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента, химическая метрология.

Сосуды с плоским дном и длинным, узким горлом, точный объем которых измерен и отмечен меткой на горловине, называются...

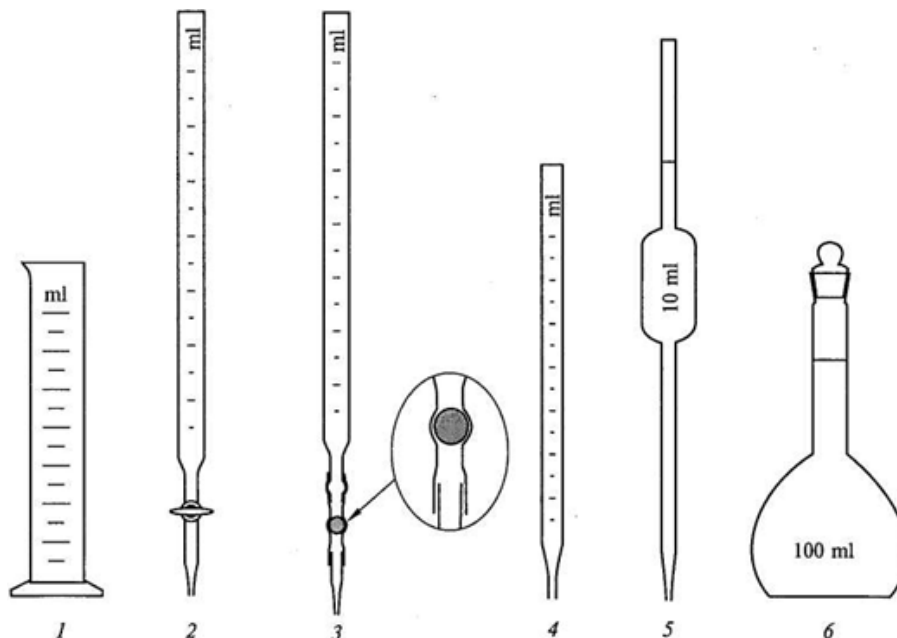
- А. мерные колбы;
- В. конические колбы;
- С. круглодонные колбы.

Ответ: А.

Задача П.3.1.32. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента, химическая метрология.

Пипетка Мора изображена на рисунке под номером...



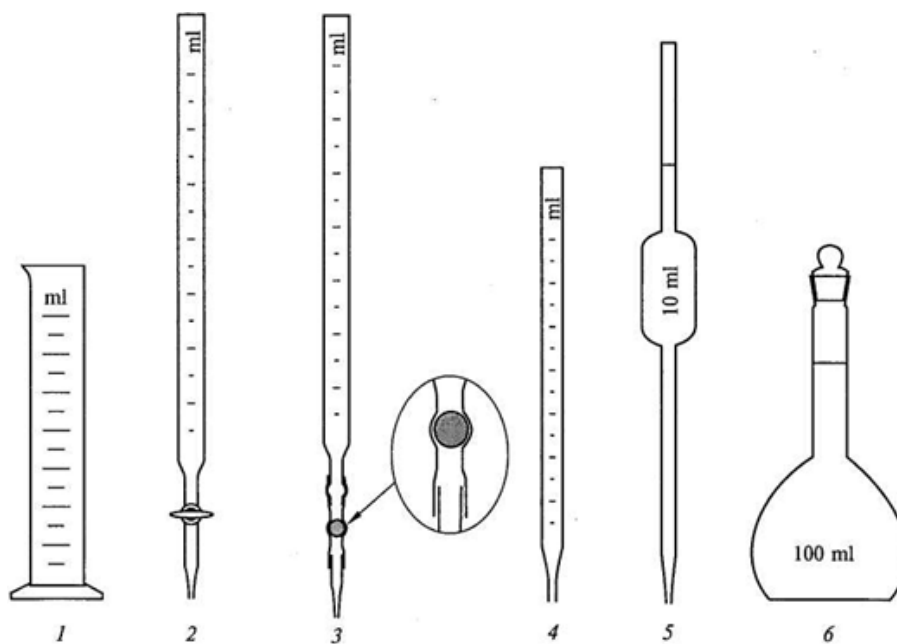
- А. 2;
- В. 4;
- С. 5.

Ответ: С.

Задача П.3.1.33. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента, химическая метрология.

Пипетка градуированная изображена на рисунке под номером...



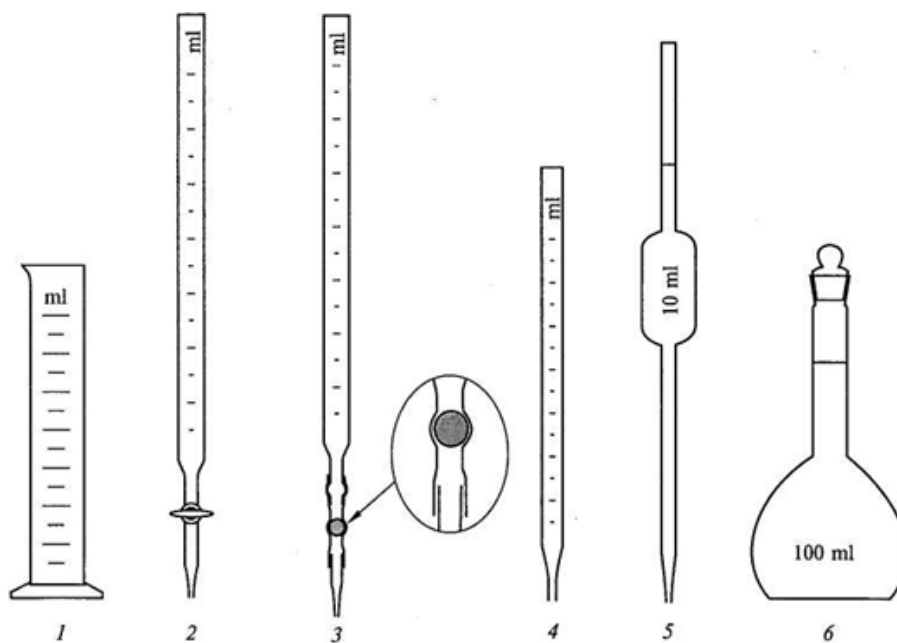
- A. 2;
- B. 3;
- C. 4.

Ответ: С.

Задача П.3.1.34. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента, химическая метрология.

Мерный цилиндр изображен на рисунке под номером...



- A. 1;
- B. 4;

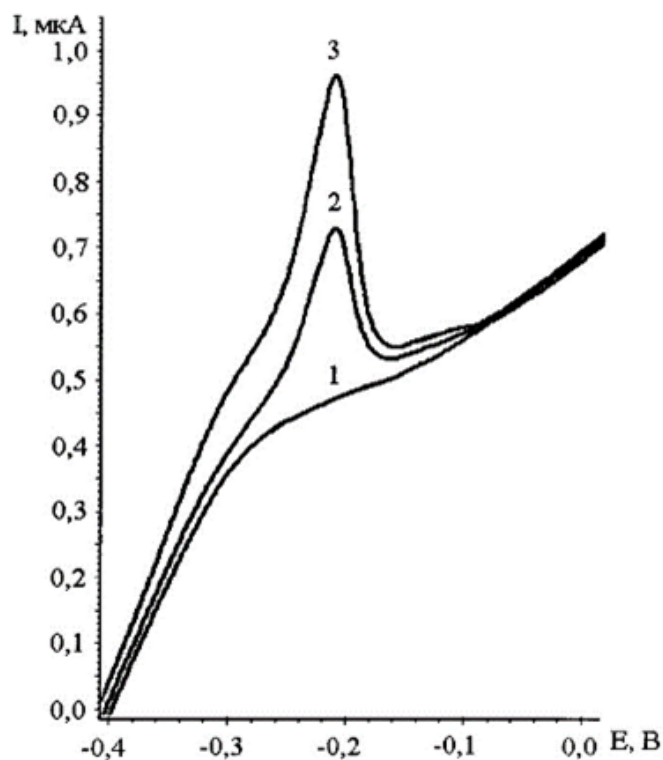
С. 5.

Ответ: А.

Задача П.3.1.35. (2 балла)

Темы: вольтамперометрия.

Из представленных на рисунке вольтамперограмм, выберите вольтамперометрическую кривую фонового тока.



- А. вольтамперометрическая кривая 1;
- В. вольтамперометрическая кривая 2;
- С. вольтамперометрическая кривая 3.

Ответ: А.

Задача П.3.1.36. (2 балла)

Темы: вольтамперометрия.

В вольтамперометрическую ячейку добавляют 0,05–1 М раствор индифферентного электролита (фона) для...

- А. для уменьшения поляризуемости электрода;
- В. для увеличения поляризуемости электрода;
- С. для обеспечения достаточно высокой электропроводности.

Ответ: С.

Задача П.3.1.37. (2 балла)

Темы: техника химического эксперимента, химическая метрология.

Точность аналитических весов составляет...

- А. 0,01 г;
- В. 0,001 г;
- С. 0,0001 г.

Ответ: С.

Задача П.3.1.38. (2 балла)

Темы: химическая метрология, аналитическая химия.

Чувствительность метода или методики определяется...

- А. минимальным количеством вещества, которое можно обнаруживать данным методом по данной методике;
- В. минимальным количеством вещества, которое можно обнаруживать и/или определять данным методом по данной методике;
- С. максимальным количеством вещества, которое можно обнаруживать и/или определять данным методом по данной методике.

Ответ: В.

Задача П.3.1.39. (2 балла)

Темы: химическая метрология, аналитическая химия, точность анализа, погрешность.

Аналитический сигнал фона обусловлен...

- А. примесями в растворителях, реактивах, а также шумами приборов;
- В. содержанием определяемого компонента;
- С. неисправностью приборов.

Ответ: А.

Задача П.3.1.40. (2 балла)

Темы: химическая метрология, аналитическая химия, точность анализа, погрешность.

Отклонение полученного результата определения содержания от истинного содержания компонента в анализируемом образце это...

- А. воспроизводимость;
- В. правильность;
- С. избирательность.

Ответ: В.

Задача П.3.1.41. (2 балла)

Темы: химическая метрология, аналитическая химия, точность анализа, погрешность.

Рассеяние данных отдельных определений, полученных по одной и той же методике, но в различных условиях от среднего, принятого за результат определения, это...

- А. воспроизводимость;
- В. правильность;
- С. избирательность.

Ответ: А.

Задача П.3.1.42. (2 балла)

Темы: химическая метрология, аналитическая химия, точность анализа, погрешность.

Погрешность результата измерения, которая резко отличается от остальных результатов этого ряда, приводящая к явному искажению результатов измерений это...

- А. систематическая погрешность;
- В. случайная погрешность;
- С. промах.

Ответ: С.

Задача П.3.1.43. (2 балла)

Темы: вольтамперометрия, аналитический сигнал.

Циклические вольтамперограммы представлены на рисунке...

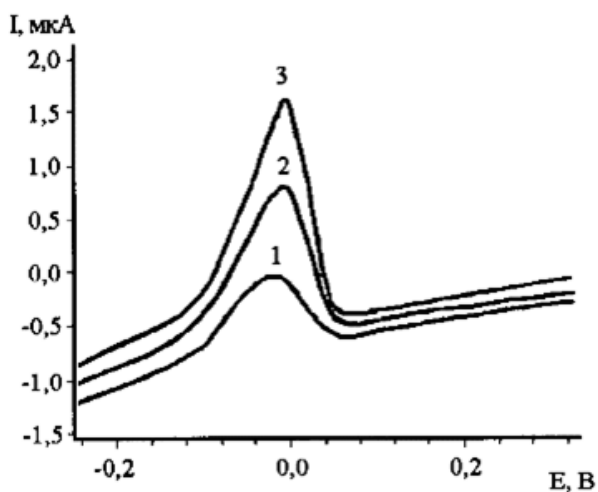


Рис. П.3.10. Изображение 1

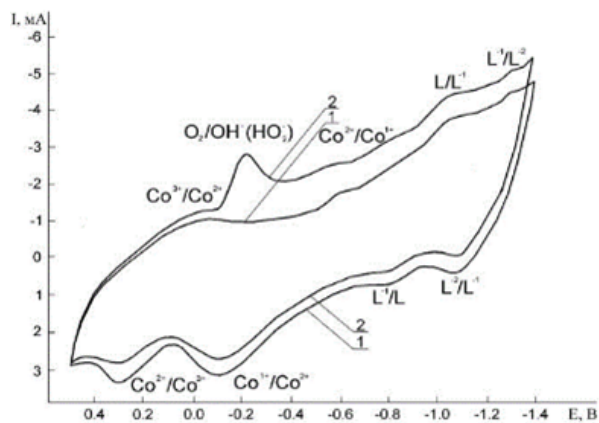


Рис. П.3.11. Изображение 2

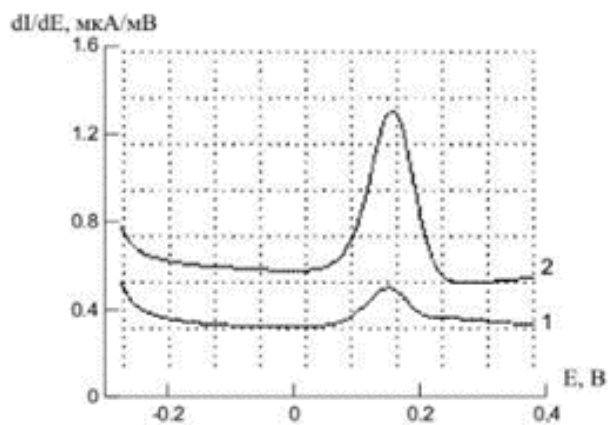


Рис. П.3.12. Изображение 3

- А. изображение 1;
- В. изображение 2;
- С. изображение 3.

Ответ: В.

Задача П.3.1.44. (2 балла)

Темы: электроаналитика.

Группа электрохимических методов анализа, аналитическим сигналом в которых является ток окисления или восстановления определяемого вещества, называется...

- А. электрогравиметрия;
- В. кондуктометрия;
- С. вольтамперометрия.

Ответ: С.

Задача П.3.1.45. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Электрохимически активное вещество, претерпевающее электропревращение на поверхности индикаторного электрода это...

- А. деполяризатор;
- В. микроэлектрод;
- С. ионофор.

Ответ: А.

Задача П.3.1.46. (2 балла)

Темы: вольтамперометрия.

Вольтамперограмма представлена на рисунке...

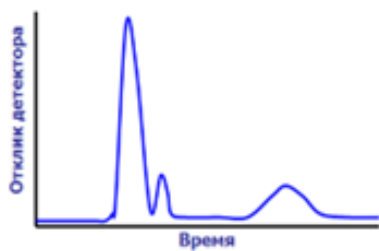


Рис. П.3.13. Изображение 1

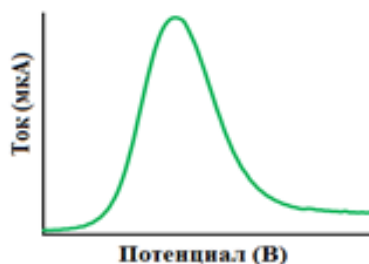


Рис. П.3.14. Изображение 2

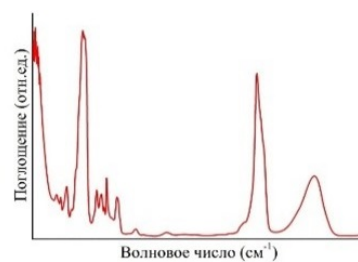


Рис. П.3.15. Изображение 3

- А. изображение 1;
- В. изображение 2;
- С. изображение 3.

Ответ: В.

Задача П.3.1.47. (2 балла)

Темы: потенциометрия, вольтамперометрия.

Выберите схему хлоридсеребряного электрода сравнения.

- А. $\text{Ag, AgCl} \mid \text{HCl}$ стеклянная мембрана — исследуемый раствор;
- В. $\text{Pt} \mid \text{Hg} \mid \text{HgCl}_2 \mid \text{KCl}$ — исследуемый раствор;
- С. $\text{Ag} \mid \text{AgCl} \mid \text{KCl}$ — исследуемый раствор.

Ответ: С.

Задача П.3.1.48. (2 балла)

Темы: физическая химия, электрохимия, двойной электрический слой.

Как называется система, состоящая из контактирующих фаз, если кроме токопроводящей фазы имеется хоть одна фаза с ионной проводимостью?

- А. электрод;
- В. гальванический элемент;
- С. электрохимическая ячейка.

Ответ: А.

Задача П.3.1.49. (2 балла)

Темы: электрохимия.

Выберите утверждение характерное для индикаторного электрода.

- А. Обратимо реагирует на изменение состава анализируемого раствора;
- В. Имеет большую площадь поверхности и используется для стабилизации потенциала электрода сравнения;
- С. Имеет постоянное значение потенциала.

Ответ: А.

Задания по компетенциям «Информатик»

Темы: метод главных компонент, метрология, хемометрика, погрешность, точность химического анализа, биодата.

Задания по информатике требуют от участников внимательного просмотра видеоматериалов по преобразованию и математической обработке/моделированию данных с использованием методов хемометрики. Здесь собраны задания и варианты ответов, которые помогут вам в дальнейшем на финале не допускать ошибок и принимать правильные решения и использовать адекватные алгоритмы расчетов с применением научного программного обеспечения. В этом году мы используем программу The Unscrambler 8.0, которая отличается от современных версий десятого семейства, с которыми мы работали в прошлые годы на НТО. Решение задач инженерного тура имеет цель как проверку знаний, так и образовательную цель с привлечением реальных видеоматериалов с моделированием многомерных данных реальных экспериментов. Это все то, что пригодится участникам на финале. Ознакомьтесь с краткой инструкцией о том, как просматривать видеоконтент к задачам.

Во многих заданиях по информатике необходимо ознакомиться с видеоматериалом для поиска решений. Для этого сформирован плейлист с видео по адресу: <https://play.boomstream.com/vGh1JJFN>.

Все файлы с данными для решения задач этого раздела доступны по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/tZW8bgkNTdNeRA>.

Задача II.3.2.1. (5 баллов)

На каком видео правильно составлена матрица амперометрических данных для импорта в программу The Unscrambler? В ответе выберите название файла.

- А. 1–1;
- В. 1–2;
- С. 1–3;
- Д. 1–4.

Ответ: С.

Задача II.3.2.2. (5 баллов)

Почему автору видео не удается импортировать правильно данные в программу анскрамблер?

- А. В файле Excel разделителем целой и дробной части чисел должна быть точка, а не запятая
- В. В файле Excel слишком маленькие значения чисел.
- С. В файле Excel отсутствует размерность чисел.
- Д. В файле Excel не должно быть названий строк и столбцов.

Ответ: А.

Задача II.3.2.3. (5 баллов)

В каком из видео автор преобразует временные ряды токов в логарифмические временные ряды?

- А. 3–1;
- В. 3–2;
- С. 3–3;
- Д. 3–4.

Ответ: С.

Задача II.3.2.4. (5 баллов)

Выберете название Excel-файла, с данными которого работает автор видеоролика. В степике прикрепите четыре файла Excel.

- А. 4–1;
- В. 4–2;
- С. 4–3;
- Д. 4–4.

Ответ: D.

Задача II.3.2.5. (5 баллов)

Какую процедуру проводит автор ролика?

- А. 7;
- В. 5;
- С. 10;
- Д. 15.

Ответ: В.

Задача II.3.2.6. (5 баллов)

На видео показано пример построения МГК-модели по амперометрических данным и приложен график счетов. Чему равна суммарная доля объясненной дисперсии по первым двум главным компонентам? Число запишите с точностью до целых.

Ответ: 99.

Задача II.3.2.7. (5 баллов)

Какой из методов проверки правильности МГК-модели является более быстрым?

- A. Cross Validation;
- B. Leverage Correction;
- C. FullCross Validation.

Ответ: B.

Задача II.3.2.8. (5 баллов)

В каких видеороликах автору необходимо было удалить из массива данных образцы – выбросы для правильного построения МГК-модели и интерпретации результатов эксперимента?

- A. 9–1;
- B. 9–2;
- C. 9–3;
- D. 9–4.

Ответ: A,B,D.

Задача II.3.2.9. (5 баллов)

В каком Excel-файле верно построены матрицы данных для построения ПЛС-ДА модели пяти образцов – классов? Для каждого образца регистрировали по 50 вольтамперограмм.

Примечание: первая строка — обозначение образцов №1, №2, №3, №4, №5 и порядкового номера ваольтамперограммы _1, _2 и т. п.

- A. 10–1;
- B. 10–2;
- C. 10–3;
- D. 10–4.

Ответ: D.

Задача II.3.2.10. (5 баллов)

По видеоролику и приложенному Excel-файлу «Для ответа на 11-е задание» определите в какой по счету лист Excel-файла экспортированы данные для оформления графика счетов из программы The Unscrambler.

- A. Лист 1;
- B. Лист 2;
- C. Лист 3;
- D. Лист 4.

Ответ: В.

Задача II.3.2.11. (5 баллов)

По видеоролику и приложенному Excel-файлу «Для ответа на 12-е задание» определите в какой по счету лист Excel-файла экспортированы данные для определения образцов-выбросов.

Примечание: видеофайл задания II.3.2.11 тот же самый, как и в задании II.3.2.10 в части построения МГК-модели.

- А. Лист 1;
- В. Лист 2;
- С. Лист 3;
- Д. Лист 4.

Ответ: В.

Задача II.3.2.12. (5 баллов)

По видеоролику и приложенному Excel-файлу «Для ответа на 13-е задание» определите в какой по счету лист Excel-файла экспортированы данные для оформления графика нагрузок.

Примечание: видеофайл задания II.3.2.12 тот же самый, как и в задании II.3.2.10 в части построения МГК-модели.

- А. Лист 1;
- В. Лист 2;
- С. Лист 3;
- Д. Лист 4.

Ответ: В.

Задача II.3.2.13. (5 баллов)

Автор реализовал метод SIMCA для классификации образца X. Результаты экспортировал в Excel-файл «SIMCA». К какому из классов с большей вероятностью принадлежит X?

- А. №1;
- В. №2;
- С. №3;
- Д. №4;
- Е. №5.

Ответ: А.

Задача II.3.2.14. (5 баллов)

В Excel-файле «Задание 15. Данные.xls» приведены результаты обработки данных по методу наименьших квадратов в виде диаграммы Excel с уравнением прямой.

Выписать значение тангенса угла наклона прямой аппроксимирующей функции. Число указать с точностью до целых.

Ответ: правильный, если находится в диапазоне от 50 до 150.

Задача II.3.2.15. (5 баллов)

Даны файлы с исходными данными потенциостатов и с подготовленной для экспорта матрицей данных. В каких единицах измерения исследователь подготовил значения токов в этой матрице для ПО The Unscrambler?

- A. Ампер;
- B. МикроАмпер;
- C. НаноАмпер;
- D. МиллиАмпер.

Ответ: D.

Задача II.3.2.16. (5 баллов)

Какими способами исправить ошибку, отмеченную на скриншоте (файл изображения «Скриншот №17») в ПО Excel, выявленная при попытке автора провести вычисление?

- A. Заменить во всех числах точку на запятую.
- B. В настройках эксель сменить символ разделителя целой и дробной части с точки на запятую.
- C. Перезагрузить сервер.
- D. Пересчитать на калькуляторе решение.

Ответ: A,B.

Задача II.3.2.17. (5 баллов)

Необходимо ли проводить центрирование амперометрических данных при расчете МГК/ПЛС моделей?

- A. да;
- B. нет.

Ответ: A.

Задача П.3.2.18. (5 баллов)

Какой метод расчета МГК моделей использовал автор роликов?

Примечание: самый распространенный алгоритм в проекционных методах анализа многомерных данных.

- A. МНК;
- B. NIPALS;
- C. PLS;
- D. SIMCA.

Ответ: B.

Задача П.3.2.19. (5 баллов)

Какой вид имеет зависимость потенциала от времени во всех приведенных ранее в задачах файлах с исходными экспериментальными данными потенциостата?

Примечание: используйте приложенный файл исходных данных.

- A. ломаная кривая с линейными участками;
- B. ломаная логарифмическая кривая с нелинейными участками;
- C. экспоненциальная кривая;
- D. прямая, так как потенциал не зависит от времени.

Ответ: A.