

## 11 класс

1. В 4%-й раствор хлорида калия массой 149 г погрузили инертные электроды и пропустили постоянный электрический ток. Через некоторое время суммарный объем газов, выделившихся на катоде и на аноде, составил 1,12 л (н.у.). Рассчитайте массовые доли оставшихся веществ в растворе к данному моменту. Запишите суммарное уравнение электролиза (**18 баллов**)

**Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются другие варианты ответа, не искажающие его смысла):

1. Запишем уравнение реакции электролиза раствора KCl. $2KCl + 2H_2O = 2KOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$	2
2. Найдем суммарное количество вещества образовавшихся газообразных продуктов реакции и количество вещества каждого из этих продуктов. $n(\text{газ. прод.}) = 1,12 \text{ л} / (22,4 \text{ л/моль}) = 0,05 \text{ моль}$ Так как стехиометрическое соотношение водорода и хлора 1 моль $H_2$ : 1 моль $Cl_2$ , то количество вещества водорода равно количеству вещества хлора. Таким образом, $n(H_2) = 0,05 \text{ моль} / 2 = 0,025 \text{ моль}$ $n(Cl_2) = 0,05 \text{ моль} / 2 = 0,025 \text{ моль}$	1  1 1
3. Рассчитаем массу раствора к данному моменту электролиза. Так как в ходе электролиза газообразные продукты уходят из раствора, его масса уменьшается. $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}} - m(H_2) - m(Cl_2)$ $m(H_2) = 0,025 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ г}$ $m(Cl_2) = 0,025 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} \approx 1,78 \text{ г}$ $m_{\text{р-ра}} = 149 \text{ г} - 0,05 \text{ г} - 1,78 \text{ г} = 147,17 \text{ г}$	1 1 2
4. Найдем количество вещества, массу и массовую долю продукта реакции (KOH), который находится в растворе. Расчёт можно вести или по $H_2$ или по $Cl_2$ . По уравнению реакции на 1 моль $Cl_2$ приходится 2 моль KOH, на 0,025 моль $Cl_2$ - 0,05 моль KOH, $n(KOH) = 0,05 \text{ моль}$ $m(KOH) = 0,05 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 2,8 \text{ г}$ $w(KOH) = 2,8 \text{ г} / 147,17 \text{ г} \approx 0,019$ или <b>1,9 %</b>	1 1 1
5. Найдем количество вещества KCl, которое находилось в растворе до реакции и количество вещества, которое разложилось к данному моменту электролиза До начала реакции: $m_{\text{в-ва}}(KCl) = 149 \text{ г} \cdot 0,04 = 5,96 \text{ г}$ $n(KCl) = 5,96 \text{ г} / (74,5 \text{ г/моль}) = 0,08 \text{ моль}$ К данному моменту: по уравнению реакции 1 моль $Cl_2$ соответствует 2 моль KCl, 0,025 моль $Cl_2$ - 0,05 моль KCl, $n(KCl)_{\text{разл}} = 0,05 \text{ моль}$ .	1 1  1
6. Найдем количество вещества, массу и массовую долю хлорида калия, который остается в растворе к данному моменту электролиза. $n(KCl) = 0,08 - 0,05 = 0,03 \text{ моль}$ $m(KCl) = 0,03 \text{ моль} \cdot 74,5 \text{ г/моль} \approx 2,235 \text{ г}$ $w(KCl) = 2,235 \text{ г} / 147,17 \text{ г} \approx 0,015$ или <b>1,5 %</b>	1 1 1

**Итого: 18 баллов**

Доцент ВГУИТ Кузнецова И.В.

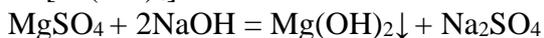
Задачник по химии 9 класс/ Н.Е. Кузнецова, А.Н. Лёвкин 2010

2. Предложите способы выделения индивидуальных веществ из следующей смеси: оксид кремния (IV), алюминий, сульфат алюминия, сульфат магния, медь. Опишите ход разделения смеси, укажите основные химические операции, напишите уравнения соответствующих реакций и условия их протекания (Мысленный эксперимент) (18 баллов)

**Содержание верного ответа и указания по оцениванию.**

**Один из возможных вариантов решения (допускаются другие варианты ответа, не искажающие его смысла):**

1. Сульфаты алюминия и магния можно отделить от других веществ, следующим образом. Поместим смесь в воду, при этом происходит растворение этих солей. Другие компоненты смеси в воде не растворяются. В полученный раствор добавим избыток щелочи, при этом в осадок выпадает  $Mg(OH)_2$ . В растворе находятся  $Na_2SO_4$  и  $Na[Al(OH)_4]$ .



За пояснения 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу.

**Всего 3 балла.**

2. Осадок  $Mg(OH)_2$  отделяют от раствора в другую емкость и добавляют к осадку  $H_2SO_4$ .



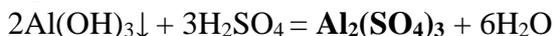
Раствор с комплексной солью осторожно подкисляют  $H_2SO_4$  до выпадения осадка гидроксида алюминия.



За пояснения 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу.

**Всего 3 балла.**

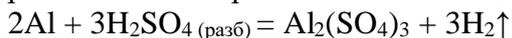
3. Полученный осадок  $Al(OH)_3$  отделяют от раствора и добавляют к осадку избыток  $H_2SO_4$ .



За пояснения 1 балл, за правильно написанное уравнение 1 балл.

**Всего 2 балла.**

4. Для выделения алюминия из оставшейся смеси  $SiO_2$ ,  $Al$ ,  $Cu$ , ее обрабатывают разбавленной серной кислотой.  $SiO_2$  и  $Cu$  в кислоте не растворяются.



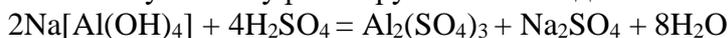
Отделяем  $SiO_2$  и  $Cu$  от раствора. К оставшемуся раствору добавляем избыток щелочи.



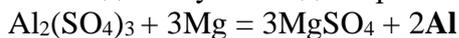
За пояснения 2 балла, за каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу.

**Всего 4 балла.**

5. К полученному раствору алюмината добавляем избыток  $H_2SO_4$ .



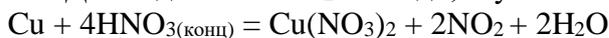
В образовавшийся раствор добавляем более активный металл, чем  $Al$ , который не взаимодействует с водой при комнатной температуре.



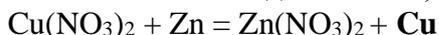
За пояснения 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу.

**Всего 3 балла.**

6. Для отделения  $SiO_2$  от меди, эту смесь обрабатывают  $HNO_3$  (конц. или разб.).



После того как выделился газ, добавляем цинк.



За пояснения 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу.

**Всего 3 балла.**

**Итого 18 баллов.**

Доцент ВГУИТ Перегудов Ю.С. <https://info.olimpiada.ru>

3. Газы, полученные при прокаливании 122,6 г смеси нитратов натрия и меди (II), пропустили через 54,4 г воды, причём 11,2 л (при н.у.) газа не поглотилось. Определите массовую долю вещества в полученном растворе. (20 баллов)

**Содержание верного ответа и указания по оцениванию.**

Один из возможных вариантов решения (допускаются другие варианты ответа, не искажающие его смысла):

1) $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$	2 балла
2) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	2 балла
3) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$	2 балла
Поглощённые водой газы - это $\text{NO}_2$ и $\text{O}_2$ в соотношении 4 : 1, как в реакции 2; будем считать, что не поглощённый газ - это избыточный кислород, полученный в реакции 1 =>	2 балла
$n(\text{O}_2) = V : V_m = 11,2 : 22,4 = 0,5$ (моль) => $n(\text{NaNO}_3) = 1$ (моль) $m(\text{NaNO}_3) = n \cdot M = 1 \cdot 85 = 85$ (г)	2 балла
$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 122,6 - 85 = 37,6$ (г) $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m : M = 37,6 : 188 = 0,2$ (моль)	2 балла
$n(\text{O}_2) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) : 2 = 0,1$ (моль)	2 балла
$n(\text{HNO}_3) = n(\text{NO}_2) = 2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,4$ (моль) $m(\text{HNO}_3) = M \cdot n = 63 \cdot 0,4 = 25,2$ (г)	2 балла
$m(\text{p-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2) = 54,4 + n(\text{NO}_2) \cdot M(\text{NO}_2) + n_2(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 54,4 + 0,4 \cdot 46 + 0,1 \cdot 32 = 54,4 + 18,4 + 3,2 = 76$ (г)	2 балла
$w(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) : m(\text{p-ра}) = 25,2 : 76 = 0,33$ , или 33%	2 балла
Итого:	<b>20 баллов</b>

Доцент кафедры НХиХТ Плотникова С.Е.

**Экзаменационные материалы для подготовки к единому государственному экзамену. ЕГЭ-2007. Химия.** /Стрельникова Е.Н. М: ООО «РУСТЕСТ», 2006

4. Рассчитать теплоту, затрачиваемую на разложение 3 кг карбоната магния с образованием оксидов магния и углерода, используя следующие термохимические уравнения:

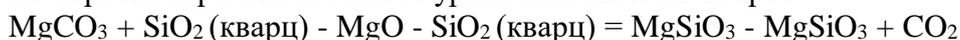


**Содержание верного ответа и указания по оцениванию.**

- 1) Записать уравнение реакции разложения карбоната магния (верно написанное уравнение реакции 2 балла)  
 $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$

- 2) Неизвестный тепловой эффект реакции вычислить, применив обычные алгебраические действия к термохимическим уравнениям (верно составленный термохимический цикл 3 балла, верно рассчитанная теплота реакции 2 балла)

Из первого термохимического уравнения вычесть второе:



и тепловой эффект реакции разложения вычисляется

$$Q^\circ = Q_1^\circ - Q_2^\circ$$

$$Q^\circ = 43,28 - (-57,23) = 100,51 \text{ кДж/моль}$$

- 3) Рассчитать молярную массу карбоната магния (верно рассчитанная масса 1 балл)  
 $M (\text{MgCO}_3) = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84 \text{ г/моль}$
- 4) Перевести массу карбоната натрия, подвергшегося разложению в г (верный перевод 1 балл)  
 $3 \text{ кг} = 3000 \text{ г},$
- 5) Рассчитать количество карбоната магния, подвергшегося разложению (верно рассчитанное количество моль 1 балла)  
 $n (\text{MgCO}_3) = 3000 / 84 = 35,7 \text{ моль},$
- 6) Рассчитать затраченную на разложении теплоту (верно рассчитанная теплота 4 балла)  
 $Q = Q^\circ \cdot n$   
 $Q = 100,51 \cdot 35,7 = 3588,2 \text{ кДж}$

**Итого: 14 баллов**

ВГУИТ Кузнецова И.В., Перегудов Ю.С., Плотникова С.Е.

## 5. Симметричные изомеры.

Автор Турчен Д.Н.

**Решение и система оценивания. (максимум 30 баллов).**

- 1) После охлаждения смеси продуктов единственным простым газообразным веществом в данных условиях может быть азот. По условию исходное вещество органическое и тройное, отсюда делаем вывод о качественном составе исходного вещества  $C_xH_yN_z$ .

**Установление качественного состава 2 – балла.**

- 2) Записываем схему уравнения реакции горения:



Установление простейшей формулы возможно только при использовании встречного алгоритма решения с составлением математического уравнения.

Пусть  $n(CO_2) = a$  (моль), тогда  $m(CO_2) = 44a$  (г)

По условию  $m(CO_2) = m(O_2)_{исх.} = 44a$  (г)

Пусть  $n(H_2O) = b$  (моль), тогда  $m(H_2O) = 18b$  (г)

Согласно условию:  $m(CO_2) + m(H_2O) = 70,19$  (г) =  $44a$  (г) +  $18b$  (г). Получили первое математическое уравнение относительно двух неизвестных.

$m(O)_{в\ воде} = m(O_2)_{исх} - m(O)_{в\ углекислом\ газе}$

$n(O)_{в\ воде} = n(H_2O) = b$  (моль)

$m(O)_{в\ воде} = 16b$  (г)

$n(O)_{в\ углекислом\ газе} = 2n(CO_2) = 2a$  (моль)

$m(O)_{в\ углекислом\ газе} = 32a$  (г)

Второе математическое уравнение системы:  $16b = 44a - 32a$

Решая систему уравнений, получаем:

$a = 1,221$  моль =  $n(CO_2)$

$b = 0,9158$  моль =  $n(H_2O)$

По данным условия находим количество вещества молекул азота:

$n(N_2) = 4,272/28 = 0,1526$  моль

Записываем соотношение количества атомов углерода, водорода и азота в образце сгоревшего вещества и определяем простейшую формулу:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) = 1,221 : 1,832 : 0,3051$$

Отсюда, **простейшая формула:  $\text{C}_4\text{H}_6\text{N}_1$**

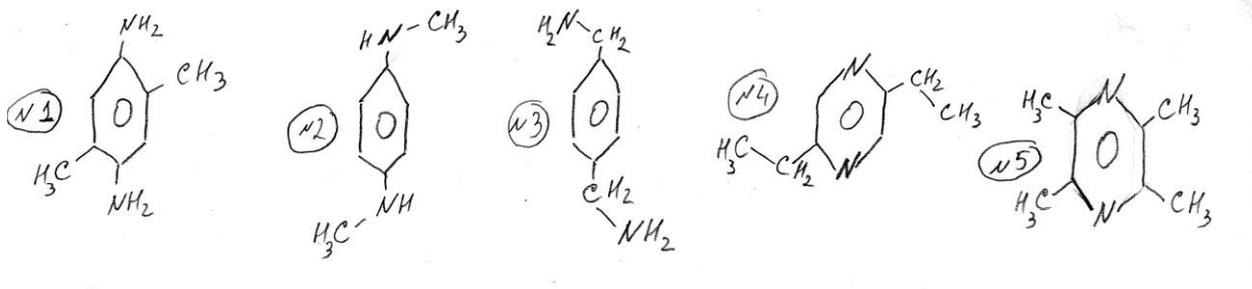
Вещества с такой простейшей формулой, имеющего сопряженную систему из трех Пи-связей быть не может, следовательно, необходимо индексы умножить на целое число. Возможно только умножение на 2, т.к. при утроении (и более) индексов в простей формуле приведет к молярной массе, большей, чем указано в условии. **В решении участника олимпиады обязательно должно быть обоснование невозможности умножения на 3 и более.**

Истинная формула вещества:  $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{N}_2$

**Установление простейшей формулы 7 баллов.** При отсутствии расчета - 0 баллов.

**Определение истинной формулы умножением индексов на два с обоснованием несоблюдения условия при умножении на три и более 2 – балла. Без обоснования 1 – балл. Максимум за этот вопрос 9 баллов.**

3) Симметричных структурных изомеров всего 5.



За каждую верную структурную формулу каждого из изомеров по 1 баллу. В сумме максимум 5 баллов. **Внимание!** Оцениваются формулы с порядковыми номерами **1 - 5**, из приведенных и пронумерованных участником олимпиады в ответе. В случае отсутствия нумерации формул оцениваются первые 5 по направлению записи слева направо и сверху вниз. Все остальные формулы веществ (верные или нет) **не оцениваются.**

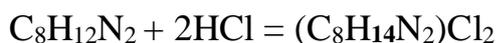
4) 5 веществ можно отнести к четырем гомологическим рядам:

- ароматический диамин (№1);
- Смешанный вторичный диамин (№2)

- жирноароматический первичный диамин (№3);
- Пара пиразинов (№4 и №5).

За каждую из групп гомологов по 1 баллу. Оценке подлежат группы, содержащие **только** верные вещества (с симметричной формой молекулы, хотя бы одно из двух). При этом необходимо зачитывать верные группы, содержащие вещества **не только** из первых пяти веществ, зачтенных в предыдущем ответе. **Название гомологических рядов или его отсутствие оценке не подлежат!** Максимум за этот вопрос 4 балла.

5) Все вещества будут проявлять основные свойства относительно воды.

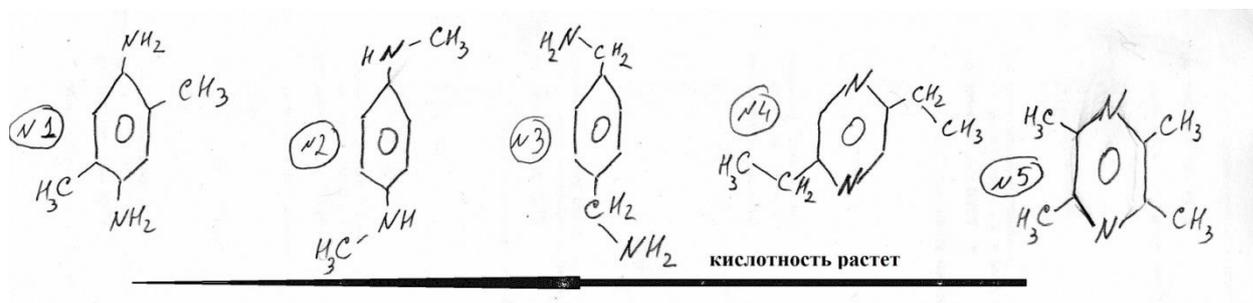


За указание на основной характер веществ 1 балл.

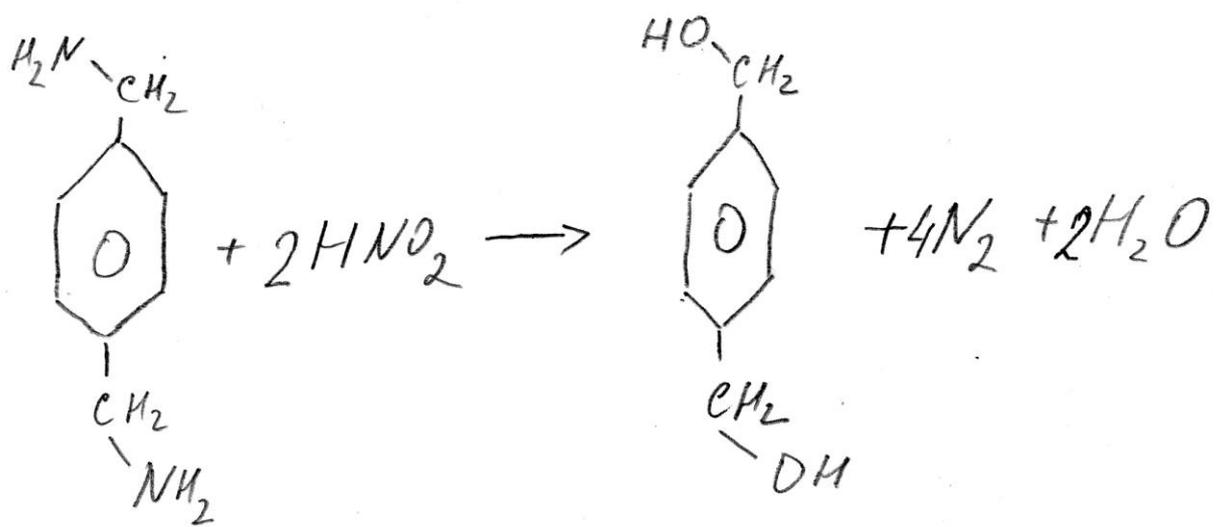
За запись уравнения реакции 2 Балла. Максимум за это задание 3 балла.

К зачету принимаются уравнения реакций, как записанные с использованием молекулярной формулы, так и с использованием структурной формулы при отсутствии ошибок.

б) За полностью верно построенный ряд с венным указанием изменения кислотности - 4 балла. За вариант в котором вещества №4 и №5 менее «кислые», чем три остальных вещества в любом порядке – 2 балла. При отсутствии веществ №4 и 5. И верно построенных веществах № 1,2 и №3 – 2 балла. Максимум за это задание 4 балла.



7)



За верно записанное уравнение реакции 3 балла.