

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2018–2019 учебный год
9 класс**

ЗАДАНИЯ

Инструкция по выполнению заданий

Продолжительность 4 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.

Желаем удачи

Задача 1. Концентрация растворов (15 баллов)

Кроме массовой доли для выражения состава растворов часто используются такие величины, как молярная концентрация, обозначаемая буквой «С» (отношение количества растворенного вещества к объему раствора, выражается обычно в моль/л), молярная доля, обозначаемая буквой «η» (отношение количества вещества данного компонента раствора к сумме количеств веществ всех компонентов, включая растворитель), молярность «С_м» (количество вещества растворенного в 1000 г растворителя), а также титр «Т» (показывающий количество грамм вещества, содержащееся в 1 мл раствора).

Вопросы:

- 1) В каких единицах выражается молярная доля?
- 2) Выведите формулу для пересчета массовой доли вещества в молярную концентрацию, если известны молярная масса вещества и плотность раствора.
- 3) Рассчитайте массовую долю, молярную концентрацию, молярную долю, молярность титр серной кислоты в растворе, полученном при растворении 650 мл 98% серной кислоты (плотность 1,84 г/мл) в 1 л воды. Плотность полученного раствора равна 1,40 г/мл.

Система оценивания

№	Элементы решения	баллы
1.	доли в единицах или проценты	1 балл
2.	$C = \frac{m_{в} \rho}{M m_{р}}$	2 балла
3.	$\omega = \frac{650 \cdot 1,84 \cdot 0,98}{1172,08 + 1000} 100\%$ $\omega = \frac{1172,08}{2172,08} 100\% = 53,96\%$ $C = \frac{\frac{1172,08}{98}}{2172,08 \cdot 1,40} 1000$	11 баллов, из них
		1 балл
		1 балл

	$C = \frac{11,96}{1551,49} 1000 = 7,71 \text{ моль/л}$	3 балла
	$C_m = \frac{11,96}{1023,92} 1000 = 11,68 \text{ моль/кг}$	3 балла
	$\eta = \frac{11,96}{(11,96 + 55,6)} 100\% = 17,70\%$	3 балла
	$T = \frac{1172,08}{1568,57} = 0,7472 \text{ г/мл}$	

Задание 2. Атомы химических элементов (10 баллов)

Изотопы – атомы одного химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра (равное число протонов), но отличающиеся по массе (из равного количества нейтронов).

Вопросы:

Рассчитайте среднюю относительную массу химического элемента, если известно, что молярная доля одного его изотопа средней относительной массой 35 составляет 75%, молярная доля одного его изотопа средней относительной массой 37 составляет 25%?

Определите какой это химический элемент?

Как его получают?

Где применяется определенный элемент, приведите примеры.

Как хранится данный элемент и транспортируется?

Система оценивания

$A_r = \frac{35 \cdot 75\% + 37 \cdot 25\%}{100\%} = 35,5$	1 балла
Этот элемент – хлор	1 балла
Получают хлор при электролизе водных растворов NaCl (реже других хлоридов щелочных металлов) и использовании инертного катода и диафрагмы (диафрагменный метод), ионообменной мембраны или ртутного катода (ртутный метод). Небольшое количество хлора получают попутно при производстве магнезия, кальция, натрия или титана электролизом расплавленных хлоридов.	3 балла
Применяется хлор при производстве хлорорганических соединений (винил хлорида, дихлорэтана, хлорбензола и др.), неорганических хлоридов, для получения отбеливателей и дезинфицирующих средств, для очистки воды. Хлор используется также для хлорирования полиметаллических руд с целью извлечения титана, ниобия, циркония и др.	По 1 баллу за 1
Основные количества хлора перерабатываются на месте его производства	

<p>хлорсодержащие соединения. Примерное потребление хлора: на производство хлорсодержащих органических соединений около 70%; неорганических соединений, содержащих хлор, 10-20%; отбеливание целлюлозы и тканей 5-15%; на санитарные нужды хлорирование воды 2-6% от общей выработки</p>	<p>менее, но не более трех применений. Итого 3 балла</p>
<p>Хранят и перевозят хлор в жидком виде в баллонах, бочках, железнодорожных цистернах или в специально оборудованных судах.</p>	<p>2</p>

Задание 3. Соединения химических элементов (10 баллов)

Кислород (O₂) можно превратить в озон (O₃) в приборе, называемом озонатором. Однако с помощью озонатора в озон можно превратить не весь кислород, только его часть. В озонаторе реакция синтеза озона из кислорода проходит с выходом 7,5 %.

Вопросы:

- 1) Чему будет равна объёмная доля озона в озонированном воздухе после пропускания воздуха через озонатор?
- 2) Где применяется озон? Приведите примеры

Система оценивания

$3O_2 \leftrightarrow 2O_3$	<p>1 балл</p>
<p>1. $V(O_2) = \varphi(O_2) \cdot V_m = 0,2095 \cdot 22,4 = 4,69$ л.</p>	<p>1 балл</p>
<p>2. 1 моля воздуха: $n(O_3)_{TEOP} = 2/3n(O_2) = 2V(O_2)/3V_m = 2 \cdot 4,69/3 \cdot 22,4 = 0,14$ моль.</p>	<p>1 балл</p>
<p>3. $n(O_3)_{PP} = \eta \cdot n_{TEOP} = 0,075 \cdot 0,14 = 0,01$ моль.</p>	
<p>4. $n(O_2)_{O_3} = 1,5n(O_3)_{PP} = 1,5 \cdot 0,01 = 0,015$ моль.</p>	<p>1 балл</p>
<p>5. $V_{\text{озонированного воздуха}} = V_m - V(O_2)_{O_3} + V(O_3)_{PP} = 22,4 - 22,4 \cdot 0,015 + 22,4 \cdot 0,01 = 22,288$ л.</p>	<p>1 балл</p>
<p>6. $\varphi(O_3) = VO_3 / VO_{3,B} \cdot 100 \% = 0,224 / 22,288 \cdot 100 \% = 1 \%$.</p>	<p>1 балл</p>
	<p>1 балла</p>

Озон – очень сильный окислитель. Его используют для обеззараживания питьевой воды и отбеливания тканей. В медицина, озонотерапия.	3 балла
---	---------

Задание 4. Растворы. Электролитическая диссоциация (10 баллов)

1. Какую массу (г) воды нужно взять для приготовления 125 г 20 %-го раствора сахара?
1) 50 2) 100 3) 150 4) 200
2. Проводят электрический ток
1) сжиженный аммиак
2) дистиллированная вода
3) раствор хлороводорода
4) раствор сахара
5) раствор поваренной соли
3. Диссоциация по трём ступеням возможна в растворе
1) хлорида алюминия 3) ортофосфата калия
2) нитрата алюминия 4) ортофосфорной кислоты
4. Каких частиц растворенного вещества больше других в водном растворе аммиака?
1) молекул NH_3
2) ионов NH_4^+
3) ионов OH^-
4) ионов H^+
5. Раствор, какого вещества хуже растворов других веществ проводит электрический ток?
1) CO_2
2) SO_3
3) Na_2O
4) HCl
6. Гидрокарбонат натрия диссоциирует в водном растворе в
1) одну стадию полностью
2) две стадии: по первой – полностью, по второй – частично
3) две стадии: по первой – частично, по второй – полностью
4) две стадии, по любой – частично
7. Сокращенным ионным уравнением $2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ можно выразить реакцию между
1) серной кислотой и оксидом серы (IV)
2) сернистым газом и гидроксидом кальция
3) сернистой кислотой и гидроксидом кальция

- 4) сульфитом натрия и йодоводородной кислотой
8. Пара электролитов, реакция между которыми в водном растворе невозможна
- 1) сульфит натрия и соляная кислота
 - 2) карбонат натрия и азотная кислота
 - 3) нитрат железа (II) и гидроксид бария
 - 4) хлорид натрия и гидроксид лития
9. Неверное утверждение
- 1) твердое вещество, содержащее Ca^{2+} , Fe^{3+} , Br^- растворимо в воде
 - 2) твердое вещество, содержащее Fe^{3+} , Na^+ , OH^- растворимо в растворе гидроксида натрия
 - 3) раствор, содержащий ионы K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} имеет нейтральную (по лакмусу) среду
 - 4) раствор, содержащий ионы Na^+ , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} имеет слабо щелочную реакцию среды
10. Способ, которым можно получить осадок
- 1) $\text{BaCl}_2 + \text{NaNO}_3 \rightarrow$
 - 2) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow$
 - 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \rightarrow$
 - 4) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{избыток}) \rightarrow$

Система оценивания

№	Номер ответа, пояснение	баллы
1	2) $20\% = \frac{x}{125} 100\%$ $x = 25\text{г}, 125 - 25 = 100\text{г}$	1 балл
2	3) раствор хлороводорода 5) раствор поваренной соли	1 балл
3	4) ортофосфорной кислоты	1 балл
4	1) молекул NH_3	1 балл
5	1) CO_2	1 балл
6	2) две стадии: по первой – полностью, по второй – частично	1 балл
7	4) сульфитом натрия и йодоводородной кислотой	1 балл
8	4) хлорид натрия и гидроксид лития	1 балл
9	2) твердое вещество, содержащее Fe^{3+} , Na^+ , OH^- растворимо в растворе гидроксида натрия	1 балл
10	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{недостаток}) \rightarrow$	1 балл

Задание 5. Теория атомистики (15 баллов)

Джон Дальтон в начале 19 века определил атомные веса химических элементов

Hydrogen	1	Carbon	5,1	Phosphorus	9	Magnesia	20	Zink	56	Lead	90
Azote	5	Oxygene	7	Sulphur	13	Iron	50	Copper	56	Silver	190

Вопросы:

- 1) Чему равна молекулярная масса сульфида меди (II) с точки зрения Дальтона?
- 2) Сколько кг меди можно получить из 1 тонны сульфида меди (II), содержащей 8% примесей. Расчет проведите дважды, опираясь на современные данные и атомные веса, найденные Дж.Дальтоном.

Система оценивания

№	Номер ответа, пояснение	баллы
1	56+13=69	2 балла
2	$CuS=Cu+S$	2 балла
3	современные данные 613 кг	3 балла
4	данные Дальтона 746,7 кг	3 балла

Задание 6. Качественные задачи (10 баллов)

Вопросы:

Почему для подкисления растворов таких окислителей, как $KMnO_4, K_2Cr_2O_7$ не используют концентрированную соляную кислоту, поясните ответ с помощью реакций?

Приведите пример реакции окисления алкена окислителями $KMnO_4, K_2Cr_2O_7$, поясните ответ с помощью реакций

Система оценивания

№	Номер ответа, пояснение	баллы
1	Концентрированный раствор HCl может реагировать с $KMnO_4, K_2Cr_2O_7$:	2 балла
2	• $2KMnO_4 + 16HCl = 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$	2 балла
3	• $K_2Cr_2O_7 + 14HCl = 2KCl + 2CrCl_3 + 7H_2O + 3Cl_2$	2 балла
4	• $K_2Cr_2O_7 + 6HCl = 2KCl + 2CrO_2Cl_2 + 3H_2O$	2 балла
5	<ul style="list-style-type: none"> • $5CH_3CH=C(CH_3)CH_3 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 5(CH_3)_2CO + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 9H_2O$ • $3CH_3CH=CHCH_2CH_3 + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3COOH + 3CH_3CH_2COOH + 4Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 16H_2O$ 	2 балла за одно уравнение, но не более 2 баллов

При отсутствии коэффициентов, количество баллов не может превышать 50% от цены задания

Задание 7. Качественные задачи (10 баллов)

Вопросы:

Почему

растворы сернистой кислоты нужно хранить в темноте и в склянках, заполненных доверху, поясните ответ с помощью реакций?

Система оценивания

№	Номер ответа, пояснение	баллы
1	Под действием света происходит разложение сернистой кислоты:	2 балла
2	• $3\text{H}_2\text{SO}_3 = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$	3 балла
3	Склянки следует заполнять раствором H_2SO_3 доверху, чтобы предотвратить окисление H_2SO_3 кислородом воздуха:	2 балла
4	• $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$	3 балла

Задание 8. Химические процессы, вещества и их свойства (20 баллов)

Печь для варки стекла каждые сутки перерабатывает 200 т кварцевого песка (оксида кремния). Формула получаемого стекла: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

Для данного производства определить суточный расход всех исходных компонентов (оксид кальция, карбонат натрия и оксид кремния), а также количество листов оконного стекла, которое производится за сутки из свариваемой стекломассы (стандартный лист $1250 \cdot 700 \cdot 2$ мм и плотность 2500 кг/м^3).

Система оценивания

№	Номер ответа, пояснение	баллы
1	Вычисляем молекулярную массу стекла и исходных веществ: $M_{r(\text{стекла})} = 23 \cdot 2 + 16 + 40 + 16 + 28 \cdot 6 + 16 \cdot 12 = 478 \text{ г/моль} = 478 \text{ кг/кмоль};$ $M_{r(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106 \text{ г/моль} = 106 \text{ кг/кмоль};$ $M_{r(\text{CaO})} = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль} = 56 \text{ кг/кмоль};$ $M_{r(\text{SiO}_2)} = 28 + 16 \cdot 2 = 60 \text{ г/моль} = 60 \text{ кг/кмоль}.$	5 баллов
2	Вычисляем количество оксида кремния: $n_{(\text{SiO}_2)} = m_{(\text{SiO}_2)} / M_{r(\text{SiO}_2)} = 200000 / 60 = 3333,33 \text{ кмоль}.$ <p>Из формулы стекла видно, что для варки стекла требуется:</p> $n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = n_{(\text{SiO}_2)} / 6 = 3333,33 / 6 = 555,56 \text{ кмоль};$	5 баллов

	$n_{(\text{CaO})} = n_{(\text{SiO}_2)} / 6 = 3333,33 / 6 = 555,56 \text{ кмоль.}$ <p>Вычисляем массы исходных компонентов:</p> $m_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = M_{r(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \cdot n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 106 \cdot 555,56 = 58889,4 \text{ кг} = 58,9 \text{ т};$ $m_{(\text{CaO})} = M_{r(\text{CaO})} \cdot n_{(\text{CaO})} = 56 \cdot 555,56 = 31111,4 \text{ кг} = 31,1 \text{ т.}$ $m_{(\text{исх.комп.})} = m_{(\text{SiO}_2)} + m_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} + m_{(\text{CaO})} = 200 + 58,9 + 31,1 = 290 \text{ т.}$	
3	<p>Вычисляем количество и массу полученного стекла:</p> $n_{(\text{стекла})} = n_{(\text{SiO}_2)} / 6 = 3333,33 / 6 = 555,56 \text{ кмоль.}$ $m_{(\text{стекла})} = M_{r(\text{стекла})} \cdot n_{(\text{стекла})} = 478 \cdot 555,56 = 265557,7 \text{ кг} = 265,6 \text{ т.}$ <p>Вычисляем объем полученной стекломассы:</p> $V_{(\text{стекла})} = m_{(\text{стекла})} / \rho_{(\text{стекла})} = 265557,7 / 2500 = 106,223 \text{ м}^3.$	5 баллов
4	<p>Вычисляем объем 1 листа стекла в м³:</p> $V_{(\text{стекл.листа})} = 1,250 \cdot 0,700 \cdot 0,002 = 0,00175 \text{ м}^3.$ <p>Следовательно, количество листов стекла (N) составит:</p> $N_{(\text{стекл.листа})} = V_{(\text{стекла})} / V_{(\text{стекл.листа})} = 106,223 / 0,00175 = 60698 \text{ шт.}$	5 баллов

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	Итого
Максимальное кол-во баллов	15	10	10	10	15	10	10	20	100