

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 9 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

X — одно из веществ, используемых в качестве осушителя — представляет собой белый порошок, растворимый в воде. К водному раствору этого вещества добавили раствор карбоната натрия. Выпал белый осадок, содержащий 12% углерода по массе, 48% кислорода и 40% элемента Y. При добавлении к исходному раствору нитрата серебра выпал белый творожистый осадок, нерастворимый в кислотах.

Условие:

Определите вещество X.

Правильный ответ: CaCl₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Определите элемент Y.

Правильный ответ: Ca

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Раствор вещества X внесли в пламя. Выберите, в какой цвет X окрасит пламя.



А



Б



В



Г

Правильный ответ: В

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Белый творожистый осадок – AgCl , исходный порошок содержал хлорид-анион. Катион можно найти по массовым долям: в карбонате металла – 12% углерода. Молярная масса карбоната: $M = 12 / 12\% \cdot 100\% = 100$ г/моль – это CaCO_3 . Исходное вещество X – безводный хлорид кальция, металл Y – Ca. Соли кальция окрашивают пламя в красный цвет, вариант ответа – В.

Задание № 2

Условие:

Через 100 г 4%-го раствора гидроксида натрия пропустили 3 л (н.у.) сернистого газа. Выберите анион, присутствующий в растворе в наибольшей концентрации.

- HSO_3^-
- OH^-
- SO_4^{2-}
- SO_3^{2-}
- HSO_4^-

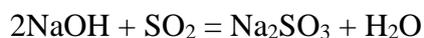
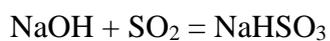
Правильный ответ: HSO_3^-

Точное совпадение ответа — 3 балла

(1 балл за вариант ответа SO_3^{2-})

Решение.

При взаимодействии NaOH с SO_2 могут образоваться как кислая соль, так и средняя:



$$v(\text{NaOH}) = 100 \cdot 0,04 / 40 = 0,1 \text{ г/моль.}$$

$v(\text{SO}_2) = 3 / 22,4 = 0,134$ моль – сернистого газа больше, чем NaOH, следовательно, в растворе образуется гидросульфит натрия NaHSO_3 , который в растворе содержится в виде катиона Na^+ и аниона HSO_3^- .

Задание № 3

Общее условие:

К растворам разных солей добавили нитрат серебра. Признаки реакций представлены в таблице.

Соль	Признак реакции с нитратом серебра
А	Желтый осадок, растворимый в азотной кислоте
Б	Черный осадок, нерастворимый в соляной кислоте
В	Белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте
Г	Желтый осадок, нерастворимый в азотной кислоте

Сопоставьте вещество с его химической формулой.

Варианты для сопоставления:

А	KCl
Б	NH ₄ I
В	NaH ₂ PO ₄
Г	Ca(OH) ₂
	NaHS

Правильный ответ: А – NaH₂PO₄, Б – NaHS, В – KCl, Г – NH₄I

Каждое правильное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

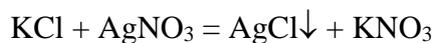
Желтый осадок, растворимый в азотной кислоте, – фосфат серебра Ag₃PO₄.



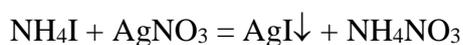
Черный осадок, нерастворимый в соляной кислоте, – сульфид серебра Ag₂S:



Белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте, – хлорид серебра AgCl.



Желтый осадок, нерастворимый в азотной кислоте, – иодид серебра AgI.



Задание № 4

Общее условие:

Выберите из списка все вещества, которые при воздействии на них соляной кислотой выделяют сероводород.

Варианты ответов:

- 1. BaS
- 2. Ba(HS)₂
- 3. BaSO₄
- 4. BaSO₃
- 5. Al₂S₃

Правильный ответ: BaS, Ba(HS)₂, Al₂S₃

Каждый правильный выбор — 1 балл

Условие:

Равные количества вышеперечисленных веществ обработали избытком соляной кислоты. В каком случае выделится наибольший объем сероводорода? Укажите номер вещества.

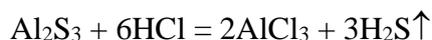
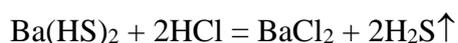
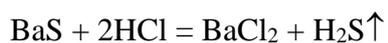
Правильный ответ: 5

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

1) Соляная кислота вытесняет сероводород из растворимых сульфидов и гидросульфидов, а также из некоторых нерастворимых сульфидов (кроме PbS, CuS, HgS, Ag₂S):



Оставшиеся соли образованы другими кислотами и не выделяют H₂S под действием соляной кислоты.

Задание № 5

Общее условие:

Атом металла содержит электроны на четырех энергетических уровнях, а положительный ион металла – только на трех. Неспаренных электронов нет ни в атоме, ни в ионе. Установите металл, в ответ запишите число электронов в атоме и в положительном ионе.

Условие:

Число электронов в атоме металла:

Правильный ответ: 20 (принимается также 30)

Условие:

Число электронов в ионе металла:

Правильный ответ: 18 (принимается также 28)

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Металл находится в 4-м периоде. Из всех металлов этого периода неспаренных электронов нет только у Ca (электронная конфигурация – $[\text{Ar}]4s^2$) и Zn (электронная конфигурация – $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$). Оба металла образуют двухзарядные ионы, которые также не содержат неспаренных электронов: электронная конфигурация Ca^{2+} совпадает с конфигурацией аргона, а конфигурация Zn^{2+} – $[\text{Ar}]3d^{10}$. Итак, есть два варианта ответа – кальций (20 электронов в атоме, 18 – в ионе) и цинк (30 электронов в атоме, 28 – в ионе).

Задание № 6

Общее условие:

При нормальных условиях ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1 атм) один моль любого газа занимает объем $22,4\text{ л}$. При других условиях молярный объем может измениться.

Условие:

Каким должно быть давление (в атм) при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы объем одного моля газа стал равным $44,8\text{ л}$? Ответ приведите с точностью до десятых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне $[0,49; 0,51]$

Точный ответ: $0,5$

Решение.

При постоянной температуре объем обратно пропорционален давлению: объем $44,8\text{ л/моль}$ – в 2 раза больше, чем $22,4\text{ л/моль}$ при 1 атм , следовательно, давление – в 2 раза меньше, т.е. $0,5\text{ атм}$.

Условие:

Какой должна быть температура (в $^{\circ}\text{C}$) при давлении 1 атм , чтобы объем одного моля газа стал равным $44,8\text{ л}$? Ответ приведите с точностью до целых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне $[270; 275]$

Точный ответ: 273

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

При постоянном давлении объем прямо пропорционален температуре (в Кельвинах):

$22,4\text{ л/моль}$ – при 273 К

$44,8\text{ л/моль}$ – при $X\text{ К}$

$X = 546\text{ К}$, что соответствует $273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Задание № 7

Условие:

При взаимодействии 6 г водорода с 32 г кислорода выделилось 572 кДж теплоты. Сколько теплоты (в кДж) выделится при взаимодействии 3 г водорода с 32 г кислорода в тех же условиях? Ответ введите с точностью до целых.

Правильный ответ: 429

Точное совпадение ответа — 5

(2 балла за ответ 286)

Решение.

Уравнение реакции: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$.

В первом опыте $\nu(\text{H}_2) = 6/2 = 3$ моль, $\nu(\text{O}_2) = 32/32 = 1$ моль, кислород – в недостатке, считаем по нему: $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2\nu(\text{O}_2) = 2$ моль.

Во втором опыте $\nu(\text{H}_2) = 3/2 = 1,5$ моль, $\nu(\text{O}_2) = 32/32 = 1$ моль, теперь в недостатке водород, считаем по нему: $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2) = 1,5$ моль.

Теплота реакции прямо пропорциональна количеству образовавшегося продукта:

при образовании 2 моль H_2O выделяется 572 кДж

при образовании 1,5 моль H_2O выделяется x кДж

$$x = 572 \cdot 1,5/2 = 429 \text{ кДж.}$$

Задание № 8

Общее условие:

Неизвестный минерал темно-красного цвета состоит из серебра, серы и сурьмы (Sb). Атомов серы и серебра в минерале – поровну, а атомов сурьмы – в три раза меньше, чем серебра.



Условие:

Установите формулу минерала, в ответ запишите его относительную молекулярную массу. Ответ запишите с точностью до целых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [538; 542]

Точный ответ: 542

Условие:

Сколько процентов по массе содержит минерал? Ответ запишите с точностью до целых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [59; 60]

Точный ответ: 60

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Из условия непосредственно следует, что формула минерала – Ag_3SbS_3 .

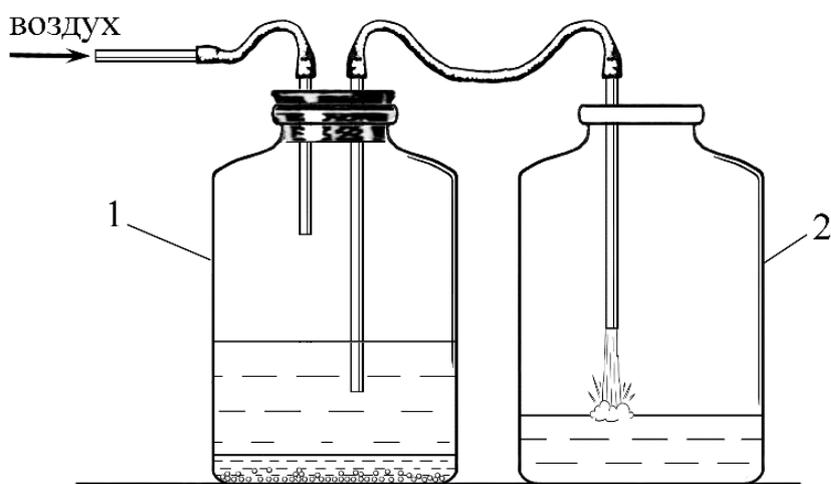
$$M_r(\text{Ag}_3\text{SbS}_3) = 3 \cdot 108 + 122 + 3 \cdot 32 = 542.$$

$$\omega(\text{Ag}) = 3 \cdot 108 / 542 = 0,598 \approx 0,6 = 60\%.$$

Задание № 9

Общее условие:

Юные химики решили исследовать состав шихты*, используемой в производстве оконного стекла. Известно, что в состав выданного образца шихты входят следующие четыре компонента: кварцевый песок, мел, кальцинированная сода и сульфат натрия. Небольшое количество выданной шихты поместили в банку, добавили воду и хорошо перемешали. См. рис. ниже, банка, в которую поместили смесь, показана цифрой 1. Затем, когда нерастворимые компоненты исследуемой шихты полностью осели на дно, в банку 1 нагнетали воздух. Бесцветная прозрачная надосадочная жидкость — декантат — переливалась в банку 2.



* Шихта — смесь исходных материалов, подготовленных для производственного процесса

Ответьте на вопросы о проведенном эксперименте. В поля для ответа введите соответствующие номера компонентов шихты:

- 1) Кварцевый песок — 1,
- 2) Мел — 2,
- 3) Кальцинированная сода — 3,
- 4) Сульфат натрия — 4.

Если вы считаете, что на вопрос правильных ответов больше, чем один, то можете самостоятельно добавить дополнительные поля.

Условие:

Какие вещества перешли в декантат?

Ответ: 3, 4

Каждый верный ответ — 0.5 балла,

Условие:

Осадок извлекли из банки 1, хорошо промыли водой, затем к нему добавили соляную кислоту. Наблюдали бурное выделение газа. Наличие какого компонента в осадке доказывает данный эксперимент?

Ответ: 2

Каждый верный ответ — 1 балл

Условие:

Осадок из банки 1 несколько раз обработали избытком соляной кислоты, затем промыли водой, отфильтровали и высушили. Какой компонент смеси находится в сухом остатке?

Ответ: 1

Каждый верный ответ — 1 балл

Условие:

В банку 2, к декантату, добавили несколько капель фенолфталеина. Индикатор принял малиновую окраску. Наличие какого компонента в шихте доказывает данный эксперимент?

Ответ: 3

Каждый верный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

А) В декантат перешли растворимые в воде вещества – кальцинированная сода Na_2CO_3 (№ 3) и сульфат натрия Na_2SO_4 (№ 4).

Б) В осадке остались мел, содержащий CaCO_3 , и кварцевый песок SiO_2 . Карбонат кальция (№ 2) реагирует с соляной кислотой с выделением газа:



В) Мел из осадка растворился в соляной кислоте, остался кварцевый песок SiO_2 (№ 1).

Г) Малиновый цвет фенолфталеина свидетельствует о щелочной среде раствора. Она вызвана гидролизом соли слабой кислоты – карбоната натрия (№ 3).

Задание № 10

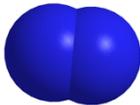
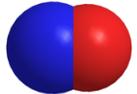
Условие:

Газы *A* и *B* — простые вещества, компоненты земной атмосферы. Они образованы элементами — «соседями» по Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева. При обычных условиях газы *A* и *B* не взаимодействуют между собой. Однако во время гроз, когда молния пронизывает воздух, и его температура в канале молнии повышается до нескольких тысяч градусов, между веществами *A* и *B* протекает обратимая реакция соединения, в результате которой образуется вещество *C*.

Газ *D* тоже является простым веществом. Если смешать газы *A* и *D* в объемном отношении 1:2 и поджечь, то исходные вещества реагируют со взрывом полностью, без остатка. При этом образуется соединение *E*. Газы *B* и *D* тоже реагируют между собой, но в присутствии катализатора. В результате реакции образуется бинарное вещество *F*, газ с резким запахом. Газообразное вещество *F* хорошо растворяется в жидкости *E*. Ниже представлены масштабные модели молекул некоторых веществ.

Какие модели соответствуют молекулам каждого из веществ *A-F*?

Варианты для соотнесения:

A	1.		4.	
B				
C				
D	2.		5.	
E				
F	3.		6.	

Правильный ответ:

A	B	C	D	E	F
4	1	6	3	5	2

Каждое правильное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Среди моделей – три двухатомные молекулы, одна из которых состоит из маленьких атомов (белые шарики), это – H_2 . Другие модели с участием атомов Н – H_2O (№ 5, красные шарики – атомы О) и NH_3 (№ 2, синие шарики – атомы N).

Основные компоненты атмосферы – N_2 и O_2 . Последний реагирует со взрывом в водородом:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$.

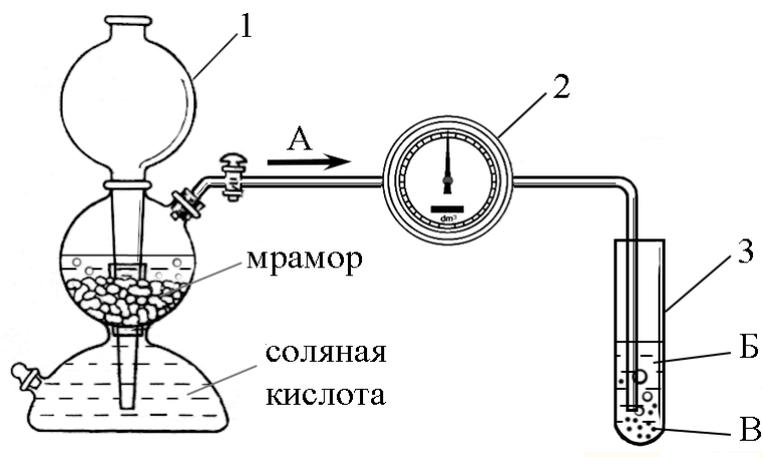
Отсюда следует, что газ **A** – O_2 (модель № 4), газ **B** – N_2 (модель № 1), вещество **C** – продукт их взаимодействия NO (модель № 6): $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$. Соединение **E** – H_2O (модель № 5).

Газ **D** – H_2 (модель № 3). Он реагирует с N_2 ($\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$), образуя аммиак NH_3 – газ **F** (модель № 2) с резким запахом.

Задание № 11

Общее условие:

В лаборатории собрали установку (см. рис. ниже).



В аппарат Киппа (обозначен на рис. цифрой 1) поместили кусочки мрамора и залили соляную кислоту. При взаимодействии этих веществ выделялся газ **A**, объем которого можно было контролировать с помощью датчика 2. Газ **A** пропускали через раствор вещества **B**, который находился в пробирке 3. В результате реакции выпал осадок вещества **B**.

При пропускании 224 мл (в пересчете на н.у.) газа **A** через раствор, содержащий избыток вещества **B**, образовалось 1.97 г осадка **B**.

Определите вещества **A**, **B** и **B**. В поле для ответа введите формулы этих веществ. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры, например, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Условие:

Вещество **A**:

Ответ: CO_2

Условие:

Вещество **B**:

Ответ: $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Условие:

Вещество **B**:

Ответ: BaCO_3

Каждый правильный ответ — 1 балл

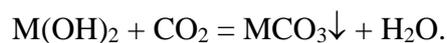
Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Мрамор с соляной кислотой дают углекислый газ CO_2 (вещество А):



Углекислый газ взаимодействует с растворами щелочей, давая карбонаты. Карбонаты щелочноземельных металлов (кальция, стронция, бария) нерастворимы в воде. Обозначим металл буквой М:



$$v(\text{CO}_2) = 0,224 / 22,4 = 0,01 \text{ моль}.$$

$$v(\text{MCO}_3) = 0,01 \text{ моль}.$$

$M(\text{MCO}_3) = 1,97 / 0,01 = 197 \text{ г/моль}$ — это BaCO_3 (вещество В). Вещество Б — гидроксид бария $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Задание № 12

Условие:

Ученикам для идентификации были выданы растворы следующих веществ: серная кислота, хлороводород, сульфат магния и сульфат алюминия. Результаты проведенных экспериментов школьники оформили в виде таблицы.

№ пробирки \ Реактив	1	2	3	4
раствор BaCl_2	нет изменений	выпадение осадка белого цвета	выпадение осадка белого цвета	выпадение осадка белого цвета
раствор NaOH	—	видимых изменений нет	выпадение осадка белого цвета, при добавлении избытка раствора щелочи осадок не претерпевает никаких изменений	выпадение осадка белого цвета, при добавлении избытка раствора щелочи осадок полностью растворяется

Используя таблицу растворимости, определите, в пробирке с каким номером находится каждое из выданных веществ.

Варианты для соотнесения:

Раствор серной кислоты	1
Раствор хлороводорода	2
Раствор сульфата магния	3
Раствор сульфата алюминия	4

Ответ:

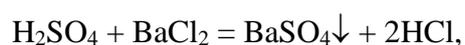
Раствор серной кислоты	Раствор хлороводорода	Раствор сульфата магния	Раствор сульфата алюминия
2	1	3	4

Каждое правильное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

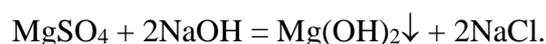
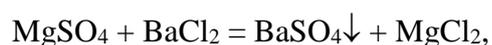
Серная кислота дает осадок с раствором BaCl_2 :



а с раствором NaOH реагирует, но без видимых изменений. H_2SO_4 – пробирка № 2.

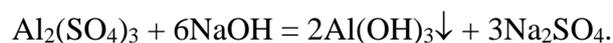
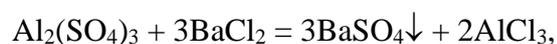
Раствор хлороводорода – соляная кислота – не реагирует с раствором BaCl_2 и реагирует с раствором NaOH , но без видимых изменений. Соляная кислота – пробирка № 1.

Раствор сульфата магния дает осадки и с раствором BaCl_2 , и с раствором NaOH :



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ – типичное основание, не растворяется в избытке щелочи. Раствор сульфата магния – пробирка № 3.

Раствор сульфата алюминия также дает осадки и с раствором BaCl_2 , и с раствором NaOH :



$\text{Al}(\text{OH})_3$ – амфотерный гидроксид, он растворяется в избытке щелочи:



Раствор сульфата алюминия – пробирка № 4.