ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. 2026–2027 уч. г. ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальное количество баллов за олимпиаду - 100

Задание 1.

Варианты задания смотрите на стр. 8.

№1. В каком объёмном отношении нужно смешать водород и кислород в закрытом сосуде, чтобы после завершения реакции и охлаждения сосуда до исходной температуры давление в нём уменьшилось в 2 раза? Известно, что в сосуде после реакции тлеющая лучинка вспыхивает. Давлением паров продукта реакции пренебрегите. Запишите ответ в виде отношения минимально возможных натуральных чисел.

$V(H_2) : V(O_2) = 1 : 2$

Критерий оценивания: верное отношение **в полностью записанном ответе** - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

Тлеющая лучинка вспыхивает, значит, после реакции остался кислород, а водород израсходован полностью. Пусть исходные количества газов равны x и y моль. По уравнению $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ остаётся $y - x/2$ моль кислорода. При одинаковой температуре давление пропорционально количеству газа. По условию

$$\frac{x+y}{y-x/2} = 2, \qquad x = \frac{y}{2}.$$

Поэтому $V(H_2) : V(O_2) = 1 : 2$.

Задание 2.

Варианты задания смотрите на стр. 8.

№2. Неизвестное вещество, водный раствор которого даёт чёрный осадок с раствором сульфата меди, состоит только из ионов, изоэлектронных атому аргона. Число катионов в веществе больше числа анионов.
Запишите химическую формулу этого вещества.

Ответ: K_2S

Сколько молей электронов содержится в 2 моль вещества?

Ответ: 108

Критерий оценивания: за верную формулу вещества - 4 балла; за верное количество молей электронов - 4 балла. Всего - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

Ионы K^+ и S^{2-} имеют по 18 электронов, как атом аргона. Сульфид калия K_2S даёт с раствором сульфата меди чёрный осадок CuS:

$$K_2S + CuSO_4 \longrightarrow CuS\downarrow + K_2SO_4.$$

На одну формульную единицу соли приходится $2 \cdot 18 + 18 = 54$ электрона. В 2 моль соли содержится 108 моль электронов.

Задание 3.

Варианты задания смотрите на стр. 9.

№3. Выберите две соли, водные растворы которых вступают друг с другом в химическую реакцию, сопровождающуюся выделением газа:

Ответ:

- ✓ Гидрокарбонат натрия
- • Хлорид натрия
- • Соляная кислота
- • Карбонат кальция
- ✓ Гидросульфат натрия

Критерий оценивания: за каждую верно выбранную соль - 3 балла; за каждый ошибочный выбор снимается 3 балла. Если выбрано более двух ответов, выставляется 0 баллов. Всего - 6 баллов.

Максимальный балл за задание - 6.

Решение.

Гидрокарбонат натрия и гидросульфат натрия являются солями. Гидросульфат даёт кислую среду, в которой гидрокарбонат выделяет углекислый газ:

$$NaHCO_3 + NaHSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O.$$

Задание 4.

№4. Винни-Пух нашёл рядом с домом Пятачка блестящую серую пластинку с металлическим блеском. При сильном нагревании в кислороде пластинка сгорела с образованием белого порошка вещества, очень широко распространённого в природе. Какое практическое применение могла иметь эта пластинка?

Ответ:

- Катализатор
- ✓ Элемент солнечной панели
- Минеральное удобрение
- Материал для изготовления грифелей в карандашах
- Электрод в источнике тока

Критерий оценивания: верно выбранное применение - 6 баллов.

Максимальный балл за задание - 6.

Решение.

Серая пластинка с металлическим блеском может быть кремнием. При нагревании в кислороде он образует белый диоксид кремния: $Si + O_2 \longrightarrow SiO_2$. Кремний используют в элементах солнечных панелей. Это вариант 2.

Задание 5.

№5. Один из основных карбонатов магния используется в качестве пищевой добавки (в виде тригидрата). Для определения его состава провели следующие эксперименты:

- при небольшом нагревании кристаллогидрата получена безводная соль, при этом потеря массы твёрдого вещества составила около 12 %;
- при длительном сильном прокаливании тригидрата получен твёрдый остаток, масса которого составляет около 45 % от массы исходного вещества.

Расставьте индексы в формуле этой пищевой добавки.

Mg (CO_3) (OH) $\cdot 3H_2O$

Ответ: 542

$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 3H_2O$

Критерий оценивания: за точное совпадение с ответом - 12 баллов.

Максимальный балл за задание - 12.

Решение.

Представим состав добавки как $x MgCO_3 \cdot y Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$. Три молекулы воды имеют массу 54 г на моль вещества. По потере около 12% оцениваем его молярную массу: $M \approx 54/0.12 = 450$ г/моль. При сильном прокаливании остаётся $(x+y)MgO$ массой около $0.45 \cdot 450 = 202.5$ г, поэтому $x+y=5$. Подходящие целые числа $x=4$, $y=1$: точная молярная масса $4 \cdot 84 + 58 + 54 = 448$ г/моль, масса остатка $5 \cdot 40 = 200$ г. Формула добавки - $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 3H_2O$.

Задание 6.

№6. У некоторого элемента в основном электронном состоянии на внешнем энергетическом уровне находится в 2 раза меньше электронов, чем на всех внутренних уровнях вместе взятых.

Запишите химические символы подходящих под описание элементов.

Ответ: Li

Ответ: P

№7. Запишите формулу устойчивого соединения, образуемого этими двумя элементами.

Ответ: Li_3P

Критерий оценивания:

№6: за оба верных символа элементов - 4 балла;

№7: за верную формулу соединения - 4 балла.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

Во втором периоде у атома 2 внутренних электрона. Один внешний электрон имеет литий: $2+1=3$. В третьем периоде внутренних электронов 10, а половину этого числа, то есть 5 внешних электронов, имеет фосфор: $10+5=15$. У элементов более поздних периодов внутренних электронов уже слишком много для данного условия. Литий и фосфор образуют фосфид лития Li_3P.

Задание 7.

№8. Металлоорганические координационные полимеры (МОКП) - новый класс синтетических соединений, которые обладают полезными свойствами, например, могут поглощать различные вредные вещества из воды и воздуха. За открытия в области МОКП и других металлоорганических каркасов трём исследователям в 2025 году была присуждена Нобелевская премия по химии.

Один из наиболее устойчивых МОКП имеет формулу $Zr_6O_4(OH)_4(BDC)_x$, где BDC - двухзарядный анион $C_8H_4O_4^{2-}$.

Найдите значение x, если известно, что цирконий имеет высшую возможную степень окисления Zr^{+4}.

Ответ: 6

№9. Расположите элементы в этом МОКП в порядке увеличения их массовой доли.

1. O
2. C
3. H
4. Zr

Ответ:

1	2	3	4
3	1	4	2

Критерий оценивания:

№8: верное значение x - 4 балла;

№9: **полностью верный порядок** элементов - 4 балла.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

Электронейтральность соединения даёт $6\cdot(+4)+4\cdot(-2)+4\cdot(-1)-2x=0$, откуда $x=6$. Полная формула содержит $Zr_6C_{48}H_{28}O_{32}$. В одной формульной единице массы элементов пропорциональны 28 для водорода, 512 для кислорода, 546 для циркония и 576 для углерода. Поэтому порядок возрастания массовых долей: H < O < Zr < C, то есть номера $3, 1, 4, 2$.

Задание 8.

Варианты задания смотрите на стр. 9.

№10. Даны теплоты двух реакций:

$C + O_2 = CO_2 + 393$ кДж

$2C + O_2 = 2CO + 220$ кДж

Найдите теплоту (Q) реакции $2CO + O_2 = 2CO_2 + Q$. Ответ выразите в килоджоулях.

Ответ: 566 кДж

Критерий оценивания: верная теплота реакции - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

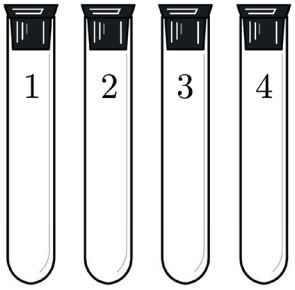
Решение.

Удвоим первую реакцию: $2C + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 786$ кДж. Из неё вычтем вторую: $2C + O_2 \longrightarrow 2CO + 220$ кДж. Получим $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2 + Q$, где $Q = 786 - 220 = 566$ кДж.

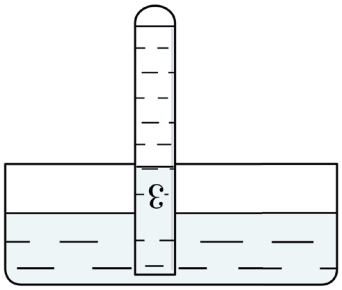
Задание 9.

Варианты задания смотрите на стр. 9.

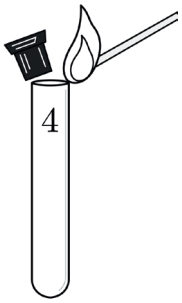
№11. В четырёх пронумерованных пробирках, закрытых пробками, были выданы следующие газы: водород, азот, аммиак и оксид углерода (IV).



Пробирки перевернули дном вверх и поместили в кристаллизатор с водой. Под водой пробки открыли. В пробирке 3 вода из кристаллизатора стала быстро подниматься и заполнила практически весь объём пробирки. В трёх других существенных изменений не наблюдали.



Пробирки вынули из кристаллизатора, предварительно закрыв пробками, чтобы не выпустить оставшиеся газы. Затем к отверстию каждой пробирки подносили горящую лучинку. Газ, находящийся в пробирке 4, быстро вспыхнул.



При внесении горящей лучинки в пробирки с газами 1 и 2 пламя гасло. В пробирки 1 и 2 добавили немного известковой воды, закрыли пробками и встряхнули. В пробирке 1 наблюдали выпадение осадка белого цвета. В пробирке 2 никаких изменений не наблюдали.

В каких пробирках находятся выданные вещества?

1. Водород	А. 1
2. Азот	Б. 2
3. Аммиак	В. 3
4. Оксид углерода (IV)	Г. 4

Ответ:

1	2	3	4
Г	Б	В	А

Критерий оценивания: за каждое верное соответствие - 2 балла. Всего - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

Пробирку 3 почти полностью заполнила вода: содержащийся в ней аммиак хорошо растворяется в воде. Газ из пробирки 4 вспыхнул от горящей лучинки, следовательно, это водород. Из двух оставшихся газов с известковой водой даёт белый осадок углекислый газ:

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O.$$

Он находится в пробирке 1, а азот - в пробирке 2. Для веществ в порядке таблицы получаем Г, Б, В, А.

Задание 10.

Варианты задания смотрите на стр. 9.

№12. Простые (двойные) латуни - сплавы меди и цинка. Они обладают пластичностью, коррозионной устойчивостью, хорошо обрабатываются. Их широко применяют для изготовления предметов машиностроения, сантехнической фурнитуры, музыкальных инструментов, декоративных элементов. Латунь с массовой долей меди от 98 % до 80 % называется красной (томпаком), а с содержанием 80-60 % - жёлтой.



Для количественного определения состава образец простой латуни массой 0.24 г полностью растворили в разбавленной азотной кислоте при нагревании. После полного удаления оксидов азота к раствору добавили избыток иодида калия. В результате реакции образовалось 1.50 миллимоль иода. Важно учитывать, что между катионами меди Cu^{2+} и иодид-анионами I^- протекает окислительно-восстановительная реакция. Продукты реакции: иодид меди (I) и элементарный иод.

Определите массовую долю меди в исследуемом образце латуни. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [78; 82] %

Критерий оценивания: верная массовая доля меди - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

При добавлении иодида к раствору протекает реакция

$$2Cu^{2+} + 4I^- \longrightarrow 2CuI \downarrow + I_2.$$

На 1 моль иода приходится 2 моль меди. Поэтому $n(\text{Cu}) = 2 \cdot 1.50 = 3.00$ ммоль, $m(\text{Cu}) = 0.003 \cdot 64 = 0.192$ г. Массовая доля меди составляет $0.192/0.24 \cdot 100\% = 80\%$.

Задание 11.

Варианты задания смотрите на стр. 10.

№13. В лаборатории имеются растворы следующих солей: $Al_2(SO_4)_3$, $BaCl_2$, $MnSO_4$, NH_4Cl, $(NH_4)_2S$, $(NH_4)_2CO_3$, $CuCl_2$, $FeCl_3$. Смешали три раствора из числа вышеперечисленных. Получили прозрачный раствор без осадка, без запаха, имеющий зелёную окраску.



Из полученного раствора отбирали пробы, с которыми проводили опыты, описание которых представлено в таблице.

№ опыта	Ход опыта	Наблюдаемые изменения
1	Добавили разбавленную серную кислоту	Образовался осадок белого цвета
2	Добавили раствор гидроксида натрия	Образовался осадок буро-зелёного цвета
3	Осадок, полученный в опыте № 2, отфильтровали и добавили к нему раствор аммиака	Под действием аммиака осадок частично растворился; полученный раствор имел интенсивную ярко-синюю окраску, а нерастворившийся осадок имел бурый цвет

Растворы каких трёх солей были смешаны?

Ответ:

- $Al_2(SO_4)_3$
- ✓ $BaCl_2$
- $MnSO_4$
- NH_4Cl
- $(NH_4)_2S$
- $(NH_4)_2CO_3$
- ✓ $CuCl_2$
- ✓ $FeCl_3$

Критерий оценивания: за каждый верно выбранный раствор - 4 балла; если выбрано более трёх растворов, то выставляется 0 баллов. Всего - 12 баллов.

Максимальный балл за задание - 12.

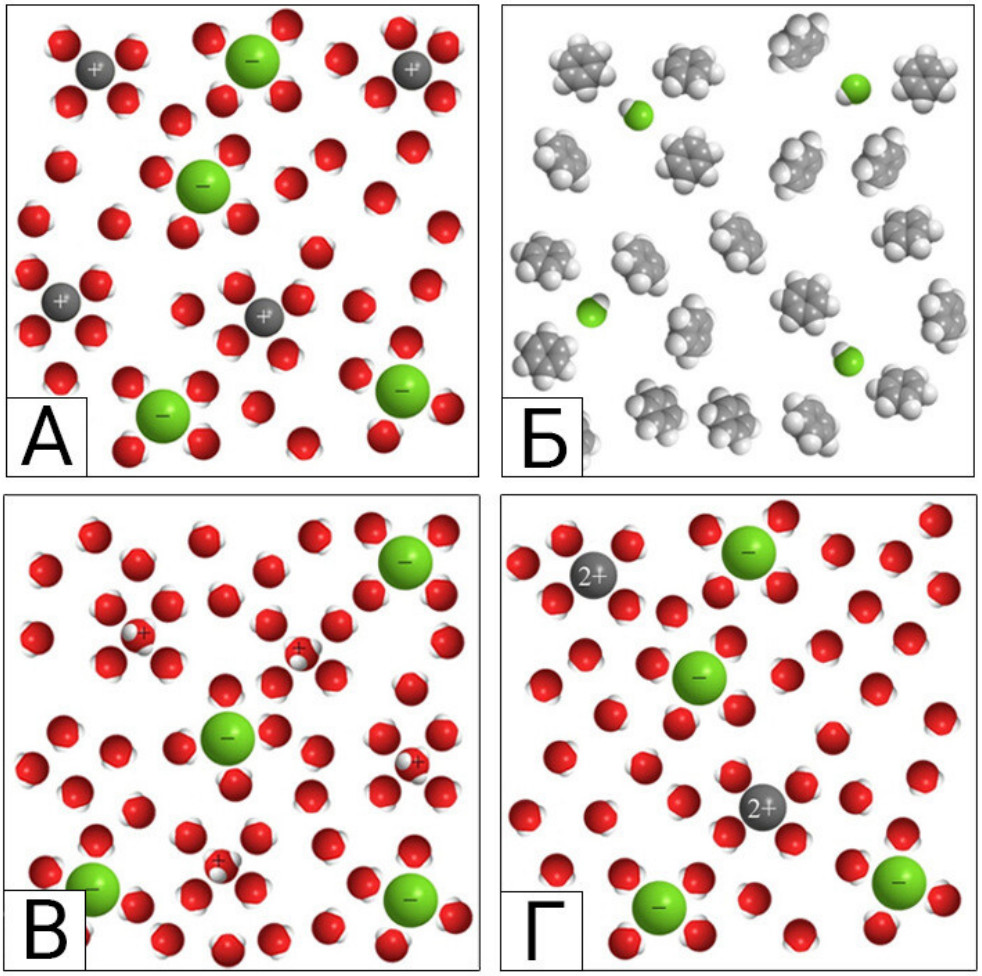
Решение.

Белый осадок после добавления серной кислоты - $BaSO_4$, значит, в смеси был $BaCl_2$. Буро-зелёный осадок после добавления щёлочи состоит из $Fe(OH)_3$ и $Cu(OH)_2$. В аммиаке гидроксид меди(II) растворяется с образованием ярко-синего амминокомплекса, а гидроксид железа(III) остаётся бурым. Следовательно, два других исходных раствора - $CuCl_2$ и $FeCl_3$. Это варианты 2, 7 и 8.

Задание 12.

Варианты задания смотрите на стр. 10.

№14. В лаборатории имеются следующие реактивы: соляная кислота, водные растворы хлорида натрия, хлорида кальция, хлорида алюминия и этилового спирта, раствор хлороводорода в бензоле, раствор хлорида меди (II) в этиловом спирте. На рисунках представлены четыре модели растворов из числа вышеперечисленных. Шариками одного цвета представлены модели атомов одного и того же химического элемента.



Подберите раствор для каждой из моделей.

Модель	**Раствор**
А	1. Соляная кислота
Б	2. Водный раствор хлорида натрия
В	3. Водный раствор хлорида кальция
Г	4. Водный раствор хлорида алюминия
	5. Водный раствор этилового спирта
	6. Раствор хлороводорода в бензоле
	7. Раствор хлорида меди (II) в этиловом спирте

Ответ:

А	Б	В	Г
2	6	1	3

Критерий оценивания: за каждое верное соответствие - 2 балла. Всего - 8 баллов.

Максимальный балл за задание - 8.

Решение.

На модели А изображены гидратированные однозарядные катионы и анионы, поэтому это водный раствор NaCl, вариант 2. В модели Б частицы HCl находятся среди молекул бензола, без разделения на ионы: вариант 6. В модели В видны гидратированные ионы H^+ и Cl^-, то есть соляная кислота, вариант 1. Модель Г содержит гидратированные двухзарядные катионы и хлорид-ионы: это водный раствор $CaCl_2$, вариант 3.

Варианты заданий

Задание 1

Условие	**Ответ**
давление уменьшилось в 2 раза	1:2
давление уменьшилось в 3 раза	4:5
давление уменьшилось в 4 раза	1:1

Задание 2

Условие	**Ответ**
изоэлектронных атома аргона, катионов больше	K2S, 108
изоэлектронных атома аргона, катионов меньше	CaCl2, 81
изоэлектронных атома неона	Na2O, 45

Задание 3

Условие	Ответ
1) гидрокарбонат натрия 2) хлорид натрия 3) соляная кислота 4) карбонат кальция 5) гидросульфат натрия	15
1) гидросульфит натрия 2) хлорид натрия 3) соляная кислота 4) сульфит бария 5) гидросульфат натрия	15
1) гидрокарбонат калия 2) хлорид магния 3) серная кислота 4) гидросульфат калия 5) карбонат серебра	14

Задание 8

Условие	Ответ
393 кДж, 220 кДж	566
394 кДж, 220 кДж	568
393 кДж, 221 кДж	565
394 кДж, 221 кДж	567
393 кДж, 222 кДж	564

Задание 9

Ответ
водород – 4 азот – 2 аммиак – 3 оксид углерода (IV) – 1
гелий – 2 сернистый газ – 1 углекислый газ – 4 сероводород – 3
аргон – 1 кислород – 4 оксид углерода (IV) – 3 аммиак – 2

Задание 10

Условие	Ответ	Ответ (засчитывается в диапазоне)
1,50 миллимоль иода	80	[78;82]
6,75 миллимоль иода	90	[88;92]
5,25 миллимоль иода	70	[68;72]
4,4 миллимоль иода	63	[62;64]

Задание 11

Растворы:

1. $Al_2(SO_4)_3$
2. $BaCl_2$
3. $MnSO_4$
4. NH_4Cl
5. $(NH_4)_2S$
6. $(NH_4)_2CO_3$
7. $CuCl_2$
8. $FeCl_3$

Условие	Ответ
зелёная окраска	278
голубая окраска	147
бесцветный раствор	134
бесцветный раствор	456

Задание 12

Условие
раствор хлорида меди (II)

1. Соляная кислота
2. Водный раствор хлорида натрия
3. Водный раствор хлорида кальция
4. Водный раствор хлорида алюминия
5. Водный раствор этилового спирта
6. Раствор хлороводорода в бензоле
7. Раствор хлорида меди (II) в этиловом спирте

Ответ:

А	Б	В	Г
3	1	4	2

раствор бромида меди (II)

1. Водный раствор бромоводорода
2. Водный раствор бромида калия
3. Водный раствор бромида бария
4. Водный раствор бромида алюминия
5. Водный раствор пероксида водорода
6. Раствор бромоводорода в бензоле
7. Раствор бромида меди (II) в этиловом спирте

Ответ:

А	Б	В	Г
5	1	2	6