

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 9 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Даны 5 персонажей из советского мультфильма «Винни-Пух» — Винни-Пух, Сова, Пятачок, Иа-Иа, Кролик.

Условие:

Выберите символы элементов, русские названия которых начинаются на ту же букву, что и имена персонажей.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

Ответ:

		✓ Bi
		✓ Ag

		✓ Pt
		✓ I
		✓ Kr

За каждый верный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 2.5

Решение.

Для решения задачи нужно заглянуть в периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева и найти там соответствующие элементы: Винни-Пух = Bi, H, V, W; Иа-Иа = I, Y, Ir, In, Yb; Пятачок = Pt, Pd, Po, Pr, Pm, Pu, Pa; Сова = S, Sr, Sc, Ag, Pb, Sb, Se, Sm; Кролик = K, Ca, Co, Cn, Cd, Si, Kr, Xe, Cm, Cf.

Задание № 2

Общее условие:

В ходе радиоактивного распада ядра иония образуются две α -частицы, а также изотоп инертного газа, массовое число которого записывается тремя одинаковыми цифрами.

Примечание. α -частицей называют ядро гелия ${}^4_2\text{He}$.

Условие:

С образованием ядра какого элемента распадается указанный изотоп ионий? Запишите русское название этого элемента.

Ответ: Радон

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите символ химического элемента иония.

Ответ: Th

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите массовое число изотопа иония, загаданного в задаче.

Ответ: 230

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Инертный газ в этом случае радон-222, поскольку массы 111 и 333 ответов не дают. Если ионий распадается с образованием ядра радона-222 и двух ядер гелия-4, то массовое число иония равно $222 + 2 \cdot 4 = 230$, а заряд ядра $86 + 2 \cdot 2 = 90$, что соответствует изотопу тория-230.



Задание № 3

Общее условие:

В природной смеси стабильных изотопов для кислорода можно найти изотопы ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , а для углерода — ^{12}C и ^{13}C .

Условие:

Сколько различных по изотопному составу молекул углекислого газа можно составить из представленных изотопов?

Ответ: 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Для одного изотопа углерода возможны 3 варианта с одним изотопом кислорода ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}_2$, $^{12}\text{C}^{18}\text{O}_2$) и 3 варианта с одновременно двумя изотопами ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$), итого 6. Так как имеется два изотопа углерода, то всего возможно 12 вариантов.

Условие:

Сколько различных по массе молекул углекислого газа можно составить из этих изотопов, если округлить молекулярные массы до целого значения?

Ответ: 6

За каждый верный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

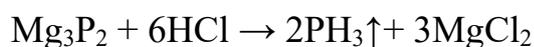
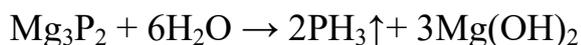
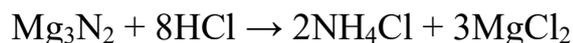
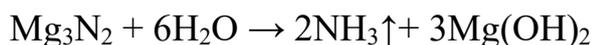
Решение.

Минимальную массу имеет молекула $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$, а максимальную массу имеет молекула $^{13}\text{C}^{18}\text{O}_2$, тогда число молекул с различными массами равно $49 - 44 + 1 = 6$.

Задание № 4

Общее условие:

Торопливый химик просыпал нитрид магния в чашку с фосфидом магния. Потом он разделил полученную смесь на две равные части: на первую подействовал соляной кислотой, на вторую — водой. При этом протекают реакции:



Условие:

В одном случае выделилось больше газа, чем в другом. При добавлении какого реагента выделяется больше газа?

Ответ:

- При добавлении воды
- При добавлении соляной кислоты
- Одинаково
- Недостаточно данных

Точное совпадение ответа — 3.5 балла

Максимальный балл за задание — 3.5

Решение.

При действии соляной кислоты на смесь выделяется только фосфин, поскольку аммиак реагирует с водными растворами кислот, а фосфин — нет (если кислота не проявляет окислительных свойств). При действии же воды выделяются уже фосфин и аммиак.

Задание № 5.1

Общее условие:

В двух одинаковых баллонах находятся равные массы газообразных сернистого и угарного газов при одной температуре.

Условие:

Запишите химическую формулу вещества, в баллоне с которым давление будет выше.

Ответ: CO

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

CO (28 г/моль) легче, чем SO₂ (64 г/моль), поэтому при одинаковых массах, количество моль CO будет выше, следовательно, давление будет выше в баллоне с CO.

Задание № 5.2

Общее условие:

В двух одинаковых баллонах находятся равные массы газообразных сернистого и углекислого газов при одной температуре.

Условие:

Запишите химическую формулу вещества, в баллоне с которым давление будет выше.

Ответ: CO₂

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6

Общее условие:

Два бинарных соединения с одинаковой молярной массой А и В образованы всего тремя элементами X, Y и Z. Сумма молярных масс $2X + Y + 3Z$ равна 88 г/моль, а отношения атомных масс следующие: $X/Y = 7/6$ и $Y/Z = 3/4$.

Условие:

Запишите формулу А.

Ответ: N₂O

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Запишите формулу В.

Ответ: CO₂

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Решение.

Имеем систему из трёх уравнений

$$\begin{cases} 2X + Y + 3Z = 88 \\ \frac{X}{Y} = \frac{7}{6} \\ \frac{Y}{Z} = \frac{3}{4} \end{cases}$$

Откуда, X = 14 г/моль (азот), Y = 12 г/моль (углерод), Z = 16 г/моль (кислород).

Одинаковые массы имеют N₂O и CO₂.

Условие:

Запишите формулы ещё двух веществ с одинаковой молярной массой (но меньшей, чем у А и В), которые образованы одним или несколькими элементами X, Y и Z. Каждую формулу записывайте в отдельное поле.

Ответ:

✓ N₂

✓ CO

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Если из N₂O и CO₂ убрать один атом кислорода, то молярные массы полученных N₂ и CO по-прежнему будут одинаковые.

Задание № 7

Условие:

Металл А и неметалл В при нагревании образуют соединение, гидролизующееся водой с выделением сероводорода. Простые вещества А и С реагируют с образованием амфотерного оксида трёхвалентного металла с массовым содержанием кислорода 47 %. Вещества В и С образуют растворимый в воде газ, раствор которого окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет. Соединение всех трёх элементов D ($\omega(\text{O}) = 56\%$) представляет собой бесцветную, растворимую в воде соль сильной кислоты. Определите формулы А, В, С и D. В ответе укажите молярные массы А — D. В ответ запишите молярные массы

Ответ:

А	27 (1 балл)
В	32 (1 балл)
С	32 (1 балл)
D	342 (3 балла)

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Газ с запахом тухлых яиц, образующийся при гидролизе — H_2S . Значит А и В образуют сульфид металла, гидролизующийся водой. Если А и С образуют оксид, тогда С — кислород, по массовой доле определяем, что амфотерный оксид это Al_2O_3 , значит А — алюминий, а В — сера. В этом ключе, соль D образована катионом Al^{3+} и анионом сильной кислоты — SO_4^{2-} , что подтверждается массовой долей кислорода.

Задание № 8

Условие:

Элементы А и В, находящиеся во втором периоде таблицы Менделеева, образуют соединение состава АВ. Количество нейтронов и нуклонов в данном соединении соотносятся как 13/25.

Определите формулу АВ. При расчётах используйте изотопы, массовые числа которых получаются при округлении молярной массы элемента до целых.

Ответ: BeO или BN

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Можно предположить, что число нейтронов равно 13, а число протонов равно $25 - 13 = 12$. Так как элементы находятся во втором периоде, единственно возможным числом протонов в соединении является 12. Нетрудно увидеть, что это бериллий и кислород, которые образуют соединение BeO. Также подходит и вариант BN — нитрид бора.

Задание № 9

Общее условие:

В 4 пробирках находятся растворы следующих веществ: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, HI , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, NaOH . При смешивании этих растворов были получены следующие данные:

	Пробирка 1	Пробирка 2	Пробирка 3	Пробирка 4
Пробирка 1	—	Нет видимых изменений	Выпадение белого осадка $\text{Pb}(\text{OH})_2$	Выделение бесцветного газа с резким запахом NH_3
Пробирка 2		—	Выпадение жёлтого осадка PbI_2	Выделение бесцветного газа с запахом тухлых яиц
Пробирка 3			—	Выпадение чёрного осадка PbS

Условие:

Установите соответствие между номером пробирки и веществом.

Ответ:

1	NaOH
2	HI
3	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
4	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$

За каждый верную пару — 1 балл. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Газ с запахом тухлых яиц — H_2S . Его можно получить в результате реакции $2\text{HI} + (\text{NH}_4)_2\text{S} = 2\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{S}$, поэтому в пробирках 2 и 4 находятся иодоводородная кислота и сульфид аммония. Газ с резким запахом — аммиак. Его выделение возможно при проведении реакции между сульфидом аммония и гидроксидом натрия, что позволяет установить, что в 4 пробирке находится $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, во 2 пробирке — HI , а в 1 пробирке — NaOH . Таким образом, в 3 пробирке находится $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Задание № 10

Общее условие:

Один моль четырёхэлементной кислой соли подвергли термическому разложению, при этом образовалось только три газообразных (при температуре разложения) бинарных вещества по одному моль каждого, а сумма их масс оказалась равна 79 г. При охлаждении смеси до комнатной температуры один из газов конденсируется в бесцветную жидкость. Известно, что три из четырёх элементов в составе соли находятся в соседних клетках 2 периода ПСХЭ.

Условие:

Определите молярную массу неизвестной соли. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 79

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

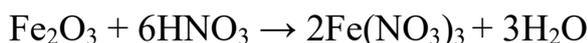
Поскольку при разложении 1 моль соли образовалось три газа, причём по 1 моль каждого, то вероятно соль образована этими тремя веществами в отношении 1 : 1 : 1, а поскольку известно, что молярная масса всех трёх газов меньше 80 г/моль (так как масса указана на 1 моль), то можно предположить только легкие газы. Наиболее простой путь — предположить газ, проявляющий основные свойства, — аммиак. Тогда другой газ будет проявлять кислотные свойства. Третьим газом, вероятнее всего, будет вода, которая при комнатной температуре находится в жидком состоянии. Если из 79 вычесть молярные массы аммиака и воды, то останется 44 г/моль, что соответствует углекислому газу, проявляющему кислотные свойства.



Задание № 11

Общее условие:

Смесь FeO и Fe₂O₃ массой 200 г растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом осуществились следующие химические реакции:



Условие:

В ходе этого процесса выделилось 17.92 л бурого газа при н.у. Определите массовую долю Fe₂O₃ в исходной смеси. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

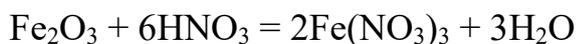
Ответ: 71.2

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

При растворении смеси в концентрированной азотной кислоте протекают следующие реакции:



Количество вещества NO₂ равно $17.92 \div 22.4 = 0.8$ моль. Тогда, по уравнению реакции, количество вещества FeO также 0.8 моль.

Масса FeO равна $0.8 \cdot 72 = 57.6$ г, тогда масса Fe₂O₃ равна $200 - 57.6 = 142.4$ г.

Массовая доля Fe₂O₃: $142.4 \div 200 \cdot 100\% = 71.2\%$.

Задание № 12

Общее условие:

Вещества R и Q являются оксидами элемента X. Отношение массовой доли кислорода в оксиде Q к массовой доле кислорода в оксиде R равно 1.2. Известно, что в оксиде Q на один атом кислорода больше, чем в оксиде R, а число атомов элемента X совпадает.

Условие:

Запишите химический символ элемента X.

Ответ: S

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пусть в оксидах R и Q содержится 1 атом элемента X, n и $n + 1$ атомов кислорода соответственно, тогда:

Массовая доля кислорода в оксиде R: $16 \cdot \frac{n}{X + 16n}$, где X — относительная атомная масса элемента X.

Массовая доля кислорода в оксиде Q:

$$16 \cdot \frac{n + 1}{X + 16 \cdot (n + 1)}$$

Из соотношения массовых долей получаем:

$$(n + 1) \cdot \frac{X + 16n}{n \cdot (X + 16n + 16)} = 1.2$$

Отсюда выражение для X:

$$X = 16n \cdot \frac{n + 1}{5 - n}$$

Если мы подставим $n = 1$, то получим $X = 8$, что не соответствует ни одному элементу. Тогда подставим $n = 2$ и получим $X = 32$. Такая атомная масса соответствует сере.