

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2024–2025 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

Максимальный балл за работу – 100.

Задача 1 (1–3)

Чебурашка и Крокодил Гена играли в химические загадки. Чебурашка думал, думал и наконец придумал целых три:

1. Тёмно-бурая летучая жидкость с резким неприятным запахом.
2. Лёгкий газ, взрывающийся в смеси с кислородом.
3. Лучший друг девушек, художников и любителей шашлыков.

Гена смог понять, что речь в загадках идёт о простых веществах, причём первая загадка имеет отношение к галогенам, а вещество из второй загадки при реакции с кислородом образует воду.

Чебурашка дал ему подсказку – первые буквы в русских названиях элементов, образующих простые вещества из загадок: Б – в первой, В – во второй, У – в третьей.

Помогите Крокодилу Гене, записав символы химических элементов, простые вещества которых фигурируют в этих загадках.

Ответы:

1. Br
2. H
3. C

За каждый верный ответ – 2 балла

Максимальный балл за задания № 1–3 — 6

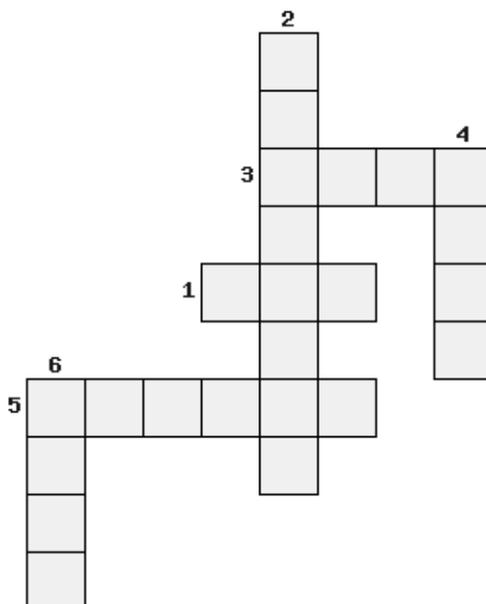
Решение.

Жидкие простые вещества при комнатной температуре – бром и ртуть, только бром обладает неприятным запахом белизны и тёмно-бурым цветом. Формула воды – H_2O , значит второй элемент – водород. Речь идёт о бриллиантах, графите в карандашах и угле, сгораемом при жарке шашлыка. Все эти вещества содержат в своём составе углерод.

Задача 2 (4–9)

Основу химических соединений составляют атомы химических элементов, которых на сегодняшний день известно 118. В небольшом кроссворде загаданы 6 русских названий химических элементов-неметаллов, которые иногда можно встретить в составе органических соединений.

Решите кроссворд.



По вертикали:

2. В порции воздуха, содержащей 100 молекул, можно найти около 21 молекулы, составленной из атомов этого химического элемента.

Ответ: кислород

4. В той же порции воздуха можно найти около 78 молекул, составленных из атомов этого химического элемента.

Ответ: азот

6. Образует крайне реакционноспособное газообразное простое вещество. При комнатной температуре в нём сгорают уголь, сера, стальная вата и даже вода!

Ответ: фтор

По горизонтали:

1. Русское название этого элемента состоит из трёх букв. Тем же словом в народе называют сосновый или еловый лес, произрастающий на сухой почве.

Ответ: бор

3. Элемент, столь давно известный, что до сих пор не удаётся точно установить происхождение его названия. В период арабской алхимии его простое вещество жёлтого цвета считалось «отцом» всех металлов, созревающим в земле. Чем дольше происходило созревание, тем более «благородным» получался металл.

Ответ: сера

5. Благодаря своей способности светиться в темноте при окислении на воздухе элемент и его простое вещество получили название от греческих слов «свет»

и «несу». Примечательно, что этот элемент образует несколько простых веществ, из которых в темноте светится только белое простое вещество.

Ответ: фосфор

За каждое верное слово в кроссворде – 2 балла

Максимальный балл за задания № 4–9 — 12

Решение.

Воздух является газом, также указано, что третий элемент тоже представляет собой газ. Значит первые 3 элемента образуют газообразные простые вещества. Их все можно без труда перечислить: H_2 , O_2 , O_3 , N_2 , F_2 , Cl_2 и благородные газы. Воздух в основном состоит из азота и кислорода, причём азот преобладает, значит 2) – кислород, 4) – азот. Простое вещество элемента б) должно быть окислителем и способным окислять кислород в составе воды, на эту роль подходит только фтор. Хлор тоже способен медленно окислять воду, особенно при стоянии его раствора на свету, но этот процесс нельзя назвать горением. В быту часто можно услышать название леса – сосновый бор. Столь древним неметаллом может быть только сера, которая начала широко применяться человеком ещё до нашей эры. Белое простое вещество, которое светится в темноте – белый фосфор.

Задача 3 (10–15)

Геометрическая прогрессия – последовательность чисел (членов прогрессии) a_1, a_2, a_3, \dots , в которой первый член отличен от нуля, а каждый из последующих получается из предыдущего члена умножением его на ненулевое фиксированное число q (знаменатель прогрессии). Таким образом, $a_i = a_{i-1} \cdot q$. Молярные массы газов $X_1 - X_5$, округлённые до целых чисел, образуют геометрическую прогрессию $M_1, M_2, 8, 16, M_3, M_4, M_5$. Об этих газах известно следующее:

- 1) X_1 – самый лёгкий из существующих газов;
- 2) X_2 – благородный газ;
- 3) X_3 – один из основных компонентов воздуха;
- 4) X_4 – бесцветный газ с едким запахом горящей спички;
- 5) X_5 – при сильном нагревании разлагается с образованием фиолетовых паров простого вещества и газа X_1 .

10. Чему равен знаменатель упомянутой прогрессии?

Ответ: 2

Точное совпадение ответа – 1 балл

Решение.

Знаменатель прогрессии равен $16 \div 8 = 2$.

11–15. Запишите формулы газов $X_1 - X_5$.

Ответ:

11.	X_1	H_2
12.	X_2	He
13.	X_3	O_2
14.	X_4	SO_2
15.	X_5	HI

За каждый верный ответ – 1 балл

Максимальный балл за задания № 10–15 — 6

Решение.

Самый лёгкий из существующих газов – это водород, следом идёт гелий с молярной массой 4 г/моль. Молярная масса X_3 равна $16 \cdot 2 = 32$ г/моль, что соответствует кислороду. $M(X_4) = 32 \cdot 2 = 64$ г/моль и его запах знаком каждому, кто когда-либо зажигал обычную спичку, это запах сернистого газа SO_2 . Некий газ с молярной массой 128 г/моль разлагается с образованием фиолетовых паров и водорода, значит он содержит иод и водород, что отлично подходит под HI.

Задача 4 (16–21)

Сочиняя очередную задачку про химические и физические явления, автор хотел вставить сюда много красивых картинок. Однако для его списка явлений таких изображений в интернете не нашлось. Тогда он решил воспользоваться одной из шумевших нейросетей для генерации красивых картинок. Взглянув на изображения, автор с сожалением понял, что компьютеру ещё очень далеко до возможностей человеческого разума, но всё же получилось забавно.

Какие изображённые нейросетью явления относятся к химическим, а какие – к физическим?

16. Метано-этановый дождь на Титане



- Физическое явление
- Химическое явление

17. Взрыв сверхновой – финал жизненного цикла звезды



- Физическое явление
- Химическое явление

18. Разогревание пищи в микроволновке



- Физическое явление
- Химическое явление

19. Растворение железного гвоздя в соляной кислоте



- Физическое явление
- Химическое явление

20. Прокисание молока



- Физическое явление
- Химическое явление

21. Взрыв гремучего газа – смеси водорода и кислорода 2 : 1



- Физическое явление
- Химическое явление

За каждый верный ответ – 1 балл

Максимальный балл за задания № 16–21 — 6

Решение.

В процессе образования дождевых капель из облаков не происходит химических реакций, поэтому это физическое явление. Звёздное вещество представляет собой плазму из ядер и электронов, поэтому там никак не могут протекать химические реакции. Разогревание пищи в микроволновке является простым нагревом, что относится к физическим явлениям. Растворение железа в соляной кислоте приводит к образованию хлорида железа (II), прокисание молока приводит к накоплению органических кислот в процессе молочнокислого брожения, и также бурная реакция между водородом и кислородом приводит к образованию воды – все три явления относятся к химическим.

Задача 5 (22–23)

В основе работы криогенных установок разделения воздуха лежит метод низкотемпературной перегонки, базирующийся на разности температур кипения компонентов воздуха. Жидкий воздух подвергли низкотемпературной перегонке, при этом один из компонентов воздуха остался в жидкой фазе, а другой компонент перешёл в паровую фазу. Считайте, что жидкий воздух представляет собой смесь азота ($T_{\text{кип}} = -196\text{ }^{\circ}\text{C}$) и кислорода ($T_{\text{кип}} = -183\text{ }^{\circ}\text{C}$). Молекулы азота и кислорода можно представить как соприкасающиеся шарики (атомы), межатомное расстояние между центрами шариков (ядер атомов) равно 0.121 нм для O_2 и 0.109 нм для N_2 .

Примечание: 1 нм = 10^{-9} м.

22. Каким из компонентов воздуха при перегонке обогащается газовая фаза?

Ответ:

- Азотом
- Кислородом

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Поскольку температура кипения азота ниже, чем у кислорода, то паровая фаза будет обогащена более легкокипящим азотом.

23. Определите межатомное расстояние в молекуле оксида азота (II). Ответ выразите в нанометрах, округлите до тысячных.

Ответ: 0.115

Точное совпадение ответа – 4 балла

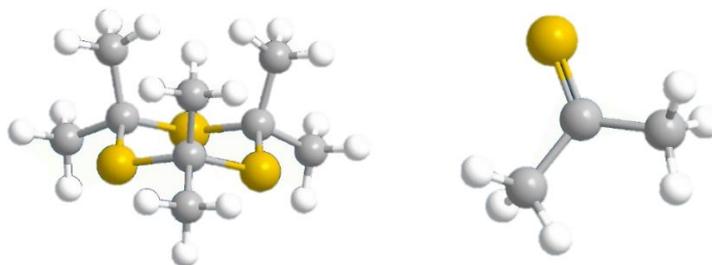
Максимальный балл за задания № 22–23 — 8

Решение.

Радиус «шарика» атома кислорода равен $0.121 \div 2$ нм, атома азота $0.109 \div 2$ нм. Молекулу NO можно представить как соприкасающиеся шарики O и N, тогда межатомное расстояние равно сумме радиусов атомов O и N и равно 0.115 нм, что неплохо сходится с экспериментным значением около 0.109 нм.

Задача 6 (24–25)

При длительном пропускании сероводорода H_2S через ацетон C_3H_6O образуется маслообразное вещество без запаха – тритиоацетон. При нагревании 1 моль этого вещества в качестве единственного продукта разложения можно получить до 3 моль тиоацетона. В попытке очистить тритиоацетон при помощи перегонки с водяным паром немецкими химиками Э. Бауманном и Э. Фроммом был получен тиоацетон, который тут же оказался разнесён лабораторной вытяжкой по всему Фрайбургу в микроскопических количествах. Однако и этого было достаточно, для того чтобы вызвать срочную эвакуацию среди населения, поскольку тиоацетон по праву обладает самым отвратительным запахом среди существующих веществ. Запах тиоацетона настолько неприятен, что вызывает рвоту и потерю сознания.



24. Определите массовую долю серы в тиоацетоне. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 43

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Ясно, что молекула тритиоацетона должна быть больше, чем молекула тиоацетона. На рисунке молекула меньшего размера (тиоацетон) содержит 6 атомов водорода, 3 атома углерода и 1 атом серы. Массовую долю серы в тиоацетоне можно рассчитать по формуле:

$$M(S) \div M(\text{тиоацетон}) = 32 \div 74 = 43\%.$$

25. Сколько тиоацетона можно получить из 100 граммов тритиоацетона? Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: 100

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Поскольку при разложении тритиоацетона не образуется других продуктов, то по закону сохранения массы $m(\text{тиоацетон}) = m(\text{тритиоацетон})$. Стоит отметить, что в реальности при нагревании тритиоацетона образующийся тиоацетон частично полимеризуется с образованием продукта оранжевого цвета.

Максимальный балл за задания № 24–25 — 8

Задача 7 (26)

Установите соответствие между символами элементов и телами и веществами, в которых эти элементы содержатся.

Ответ:

O	→	Воздух, аммиак, азид лития
N	→	Рыцарский меч, танк, чугун
C	→	Уголь, метан, бриллиант
Fe	→	Пирит, сероводород, сульфид углерода (IV)
Ca	→	Вода, земная кора, человек
S	→	Негашёная известь, гашёная известь, флюорит

За каждую верную пару – 2 балла

Максимальный балл за задание №26 — 12

Решение.

Около половины кислорода по массе содержится в земной коре и в теле человека, а в воде его содержание равно 88.8 %. Азот – основной компонент воздуха, аммиака NH_3 и азида лития LiN_3 . Несомненно, основной компонент угля, метана CH_4 и бриллианта – углерод. Предметы войны и чугун в основном содержат железо. Гашеная $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и негашеная CaO известь и флюорит CaF_2 в основном содержат кальций. Последними веществами являются пирит FeS_2 , сероводород H_2S и сульфид углерода (IV) CS_2 , которые содержат более 50 % серы по массе.

Задача 8 (27)

При взаимодействии азотной кислоты (HNO_3) различной концентрации с разными восстановителями могут образовываться различные продукты. Среди продуктов восстановления в основном можно выделить 6 веществ X_1 – X_6 . Об этих веществах известно следующее:

- X_1 – газообразное простое вещество, главный компонент воздуха;
- X_2 – соль аммония белого цвета, при нагревании разлагается с образованием X_3 и воды;
- X_3 – его часто называют веселящим газом;
- X_4 – самое лёгкое газообразное простое вещество;
- X_5 – бесцветный газ, мгновенно бурящийся на воздухе с образованием X_6 ;
- X_6 – при смешивании с X_5 при охлаждении образуется тёмно-синяя жидкость.

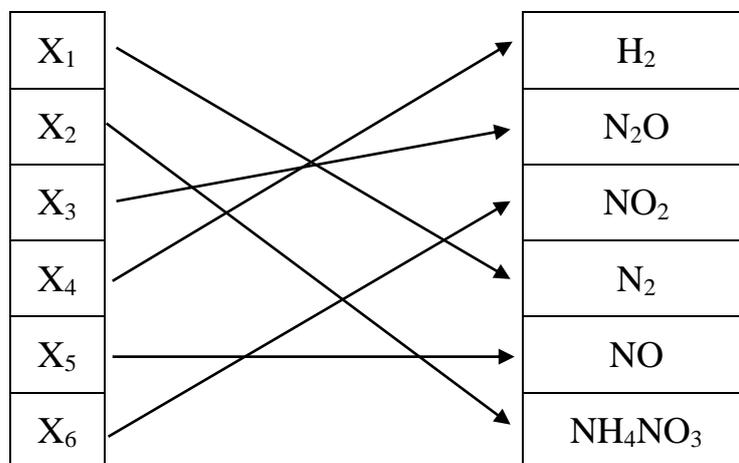
Вещество X_2 образуется при взаимодействии аммиака с разбавленной азотной кислотой. Молярные массы веществ X_1 – X_6 соответствуют ряду

$$M(\text{X}_4) < M(\text{X}_1) < M(\text{X}_5) < M(\text{X}_3) < M(\text{X}_6) < M(\text{X}_2).$$

Также известно, что X_3 , X_5 , X_6 – оксиды азота. Все вещества содержат не более трёх элементов в своём составе.

Определите формулы веществ X_1 – X_6 .

Ответ:



За каждый верный ответ – 2 балла

Максимальный балл за задание №27 — 12

Решение.

По условию задачи все вещества содержат не более трёх элементов. Учитывая, что в списке должны быть продукты восстановления азотной кислоты, то эти три элемента – водород, кислород и азот. Простые вещества, которые могут при этом образоваться в ходе восстановления – азот и водород. По ряду молярных масс можно установить, что X_4 – H_2 , X_1 – N_2 . При взаимодействии аммиака с азотной кислотой образуется соль – нитрат аммония X_2 – NH_4NO_3 .

Остальные вещества – оксиды, их формулы можно получить с помощью ряда молярных масс, $X_5 - NO$, $X_3 - N_2O$, $X_6 - NO_2$.

Задача 9 (28–29)

Для приготовления волшебного уксуса алхимик Хоттабыч решил воспользоваться своими практическими лабораторными навыками. Сначала он приготовил бродильный раствор объёмом 2 литра. Для этого он смешал 0.8 кг сока мандрагоры, 1.27 л воды, добавил 0.1 кг сахара и оставил бродить.

28. Определите плотность свежеприготовленного бродильного раствора. Ответ выразите в г/мл, округлите до тысячных.

Ответ: 1.085

Точное совпадение ответа – 2 балла

Решение.

Нам известен объём и масса раствора, рассчитаем его плотность:

$$(0.8 + 1.27 + 0.1) \div 2 = 1.085 \text{ г/мл.}$$

Для выделения уксуса из забродившего раствора Хоттабыч произвёл отгонку уксуса из бродильного раствора. Свежеперегнанный уксус он разбавил водой, получив 2.5 литра 9 % (массовая доля) волшебного водного раствора уксусной кислоты плотностью 1.011 г/мл.

29. Содержание вещества в водном растворе иногда выражают с помощью объёмной, а не массовой доли. Объёмная доля вычисляется по формуле:

$$\varphi(\text{уксусной кислоты}) = V(\text{чистой уксусной кислоты}) \div V(\text{раствора})$$

Определите объёмную долю уксусной кислоты в волшебном уксусе объёмом 2.5 л, который приготовил Хоттабыч. Плотность чистой уксусной кислоты равна 1.05 г/мл. Ответ выразите в процентах, округлите до сотых.

Ответ: 8.66 или 8.67

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

С помощью перегонки Хоттабычу удалось получить $2500 \cdot 1.011 = 2527.5$ г раствора уксусной кислоты. В нём содержится $2527.5 \cdot 0.09 = 227.5$ г уксусной кислоты, тогда её объём равен $227.5 \div 1.05 = 216.7$ мл и объёмная доля уксусной кислоты в растворе равна $216.7 \div 2500.0 = 8.67$ %.

Максимальный балл за задания № 28–29 — 6

Задача 10 (30–31)

Рисунок, образованный некоторым набором химических элементов Э₁ – Э₇, представляет собой символ химического элемента X. Как получить этот рисунок? Для этого нужно взять короткопериодную периодическую систему (ПС) химических элементов Д.И. Менделеева, найти в ней упомянутые элементы и при помощи карандаша определённым образом соединить ячейки элементов между собой. Пример такого рисунка можно увидеть на изображении снизу.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
п е р и о д ы	1	¹ H 1,008 Водород						(H)			² He 4,00 Гелий	
	2	³ Li 6,94 Литий	⁴ Be 9,01 Бериллий	⁵ B 10,81 Бор	⁶ C 12,01 Углерод	⁷ N 14,00 Азот	⁸ O 16,00 Кислород	⁹ F 19,00 Фтор			¹⁰ Ne 20,18 Неон	
	3	¹¹ Na 22,99 Натрий	¹² Mg 24,31 Магний	¹³ Al 26,98 Алюминий	¹⁴ Si 28,09 Кремний	¹⁵ P 30,97 Фосфор	¹⁶ S 32,06 Сера	¹⁷ Cl 35,45 Хлор			¹⁸ Ar 39,95 Аргон	
	4	¹⁹ K 39,10 Калий	²⁰ Ca 40,08 Кальций	²¹ Sc 44,96 Скандий	²² Ti 47,90 Титан	²³ V 50,94 Ванадий	²⁴ Cr 52,00 Хром	²⁵ Mn 54,94 Марганец	²⁶ Fe 55,85 Железо	²⁷ Co 58,93 Кобальт	²⁸ Ni 58,69 Никель	
		²⁹ Cu 63,55 Медь	³⁰ Zn 65,39 Цинк	³¹ Ga 69,72 Галлий	³² Ge 72,59 Германий	³³ As 74,92 Мышьяк	³⁴ Se 78,96 Селен	³⁵ Br 79,90 Бром				³⁶ Kr 83,80 Криптон
	5	³⁷ Rb 85,47 Рубидий	³⁸ Sr 87,62 Стронций	³⁹ Y 88,91 Иттрий	⁴⁰ Zr 91,22 Цирконий	⁴¹ Nb 92,91 Ниобий	⁴² Mo 95,94 Молибден	⁴³ Tc 98,91 Технеций	⁴⁴ Ru 101,07 Рутений	⁴⁵ Rh 102,91 Родий	⁴⁶ Pd 106,42 Палладий	
		⁴⁷ Ag 107,87 Серебро	⁴⁸ Cd 112,41 Кадмий	⁴⁹ In 114,82 Индий	⁵⁰ Sn 118,69 Олово	⁵¹ Sb 121,75 Сурьма	⁵² Te 127,60 Теллур	⁵³ I 126,90 Иод				⁵⁴ Xe 131,29 Ксенон
6	⁵⁵ Cs 132,91 Цезий	⁵⁶ Ba 137,33 Барий	⁵⁷ La 138,91 Лантан	⁵⁸ Hf 178,49 Гафний	⁵⁹ Ta 180,95 Тантал	⁶⁰ W 183,85 Вольфрам	⁶¹ Re 186,21 Рений	⁶² Os 190,2 Осмий	⁶³ Ir 192,22 Иридий	⁶⁴ Pt 195,08 Платина		
	⁷⁹ Au 196,97 Золото	⁸⁰ Hg 200,59 Ртуть	⁸¹ Tl 204,38 Таллий	⁸² Pb 207,2 Свинец	⁸³ Bi 208,98 Висмут	⁸⁴ Po [209] Полоний	⁸⁵ At [210] Астат				⁸⁶ Rn [222] Радон	
7	⁸⁷ Fr [223] Франций	⁸⁸ Ra [226] Радий	⁸⁹ Ac** [227] Актиний	⁹⁰ Rf [261] Резерфордий	⁹¹ Db [262] Дубний	⁹² Sg [266] Сиборгий	⁹³ Bh [264] Борий	⁹⁴ Hs [269] Хассий	⁹⁵ Mt [268] Мейтнерий	⁹⁶ Ds [271] Дармштадтий		
	¹¹¹ Rg [280] Рентгений	¹¹² Cn [285] Коперниций	¹¹³ Nh [286] Нихоний	¹¹⁴ Fl [289] Флеровий	¹¹⁵ Mc [290] Московский	¹¹⁶ Lv [293] Ливерморий	¹¹⁷ Ts [294] Теннессин				¹¹⁸ Og [294] Оганесон	

* Лантаноиды

⁵⁸ Ce 140 Церий	⁵⁹ Pr 141 Празеодим	⁶⁰ Nd 144 Неодим	⁶¹ Pm [145] Прометий	⁶² Sm 150 Самарий	⁶³ Eu 152 Европий	⁶⁴ Gd 157 Гадолиний	⁶⁵ Tb 159 Тербий	⁶⁶ Dy 162,5 Диспрозий	⁶⁷ Ho 165 Гольмий	⁶⁸ Er 167 Эрбий	⁶⁹ Tm 169 Тулий	⁷⁰ Yb 173 Иттербий	⁷¹ Lu 175 Лютеций
----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

** Актиноиды

⁹⁰ Th 232 Торий	⁹¹ Pa 231 Протактиний	⁹² U 238 Уран	⁹³ Np 237 Нептуний	⁹⁴ Pu [244] Плутоний	⁹⁵ Am [243] Америций	⁹⁶ Cm [247] Кюрий	⁹⁷ Bk [247] Берклий	⁹⁸ Cf [251] Калифорний	⁹⁹ Es [252] Эйнштейний	¹⁰⁰ Fm [257] Фермий	¹⁰¹ Md [258] Менделеевий	¹⁰² No [259] Нобелий	¹⁰³ Lr [262] Лоуренсий
----------------------------------	--	--------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---	---	--------------------------------------	---	---------------------------------------	---

30. Запишите русское название элемента, символ которого изображён в примере выше.

Ответ: Фтор

Точное совпадение ответа – 2 балла

Решение.

Нетрудно найти в указанном примере элемент с символом F, там же будет и название на русском языке – фтор.

31. Для элементов из набора $\text{Э}_1 - \text{Э}_7$ известно:

1. Среди элементов $\text{Э}_1 - \text{Э}_7$ всего 3 металла.
2. Элементы $\text{Э}_2, \text{Э}_7, \text{Э}_5$ находятся в третьем периоде ПС.
3. Элементы $\text{Э}_1 - \text{Э}_3$ находятся в III группе ПС, а элементы $\text{Э}_4 - \text{Э}_6$ в V группе ПС.
4. Элементы $\text{Э}_1 - \text{Э}_3$ находятся в соседних клетках ПС, как и элементы $\text{Э}_4 - \text{Э}_6$.

Запишите символ химического элемента X.

Ответ: H или N

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Две тройки элементов образуют вертикальные линии по III и V группам. Элемент Э_7 таким образом находится в IV группе. Единственный набор, содержащий целых четыре неметалла, это B, Al, Sc, Si, N, P, V, поскольку любой другой набор содержит меньшее количество металлов. Эти элементы образуют символ химического элемента H – водород, который на рисунке выглядит также как и N – азот.

Максимальный балл за задания № 30–31 — 6

Задача 11 (32–35)

Переходный металл A образует оксид AO_3 и сульфид AS_3 . Навески одинаковой массы этих соединений содержат разное количество металла, причём в одном соединении в 1.333 раза больше металла по массе, чем в другом.

32. Запишите символ элемента A.

Ответ: Mo

Точное совпадение ответа – 2 балла

Решение.

Определить металл A можно с помощью расчёта. Поделим массовую долю металла в оксиде на массовую долю металла в сульфиде:

$(M(\text{A}) + 32 \cdot 3) \div (M(\text{A}) + 16 \cdot 3) = 1.333 \Rightarrow M(\text{A}) = 96 \text{ г/моль}$, что соответствует молибдену, который также является соседом нижеупомянутого хрома.

33-34. Сосед по подгруппе элемента А – хром – образует простое вещество, которое растворяется в соляной кислоте с образованием голубого раствора. Если через полученный раствор пропустить большое количество кислорода, то голубой цвет сменяется интенсивным зелёным. При упаривании этого раствора в осадок выпадают зелёные кристаллы вещества состава $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. При нагревании этого кристаллогидрата не получается выделить желаемый хлорид хрома (III) CrCl_3 , но происходит образование тёмно-зелёного оксида В, газа С и воды.

Запишите формулы веществ В и С.

Ответ:

33. В – Cr_2O_3

34. С – HCl

За каждый верный ответ – 2 балла

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

При нагревании кристаллогидрата происходит гидролиз с образованием тёмно-зелёного оксида хрома (III) – Cr_2O_3 , при этом хлорид-ионы связываются с водородом в воде, образуя HCl . Отметим, что даже нагревание в токе хлороводорода не может обеспечить получение безводного хлорида хрома (III).

35. Запишите символ элемента D, который также является соседом по подгруппе элемента А и хрома и обладает схожими с ними химическими свойствами.

Ответ: W

Точное совпадение ответа – 2 балла

Максимальный балл за задания № 32–35 — 8

Задача 12 (36–38)

Моль – количество структурных элементов в системе, равное числу Авогадро ($6.02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹). Мы с вами привыкли использовать моль для обозначения количества вещества: числа штук атомов, молекул, ионов и т.п. Вы уже могли познакомиться с молярными величинами. Например, молярная масса молекулы кислорода равна 32 г/моль. Это значит, что 32 г кислорода содержит ровно 1 моль вещества, то есть $6.02 \cdot 10^{23}$ молекул O_2 .

36. Сколько атомов углерода содержится в бриллианте массой в один карат (0.2 г)? Основание и показатель степени округлите до целых.

Ответ: $1 \cdot 10^{22}$

За каждый верный ответ – 2 балла

Максимальный балл за задание № 36 — 4

Решение.

Бриллиант – это огранённый алмаз, одна из аллотропных модификаций углерода. Значит $n(\text{C}) = 0.2 \div 12 = 0.0167$ моль. Число атомов в этой порции вещества можно получить умножением числа моль на число Авогадро: $N(\text{C}) = 0.0167 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 1 \cdot 10^{22}$.

37. Чему равен молярный объём жидкой воды? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: 18

Точное совпадение ответа – 2 балла

Решение.

Плотность воды очень близка к единице, поэтому её молярный объём приблизительно равен 18 мл/моль.

38. Известно, что при нормальных условиях (0 °С, 1 атм) 1 моль любого идеального газа занимает объём 22.4 литра. То есть 22.4 л/моль – молярный объём любого идеального газа.

Сколько моль воздуха содержится в сувенирном мячике радиусом 10 см? Объём мячика можно рассчитать по формуле

$$V = \left(\frac{4\pi}{3}\right) \cdot R^3, \pi = 3.14.$$

Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0.2

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Объём шарика равен $\left(\frac{4\pi}{3}\right) \cdot R^3 = \left(\frac{4\pi}{3}\right) \cdot (10)^3 = 4187$ мл = 4.187 л $\Rightarrow n(\text{воздуха}) = \frac{4.187}{22.4} = 0.187$ моль.

Максимальный балл за задания 36–38 — 10

Максимальный балл за работу – 100.