

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. 2024 г. ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП. 6–7 КЛАССЫ

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальное количество баллов – 53

Задание № 1.

Грамотный человек не только говорит и пишет без ошибок, но и знает свойства важнейших веществ в окружающем мире. Установите соответствие между формулами или названиями жидких веществ и их описаниями

Ответ:

Очень холодная жидкость, которая используется для сильного охлаждения веществ	N_2
Горючая жидкость тёмного цвета	Нефть
Бесцветная горючая жидкость	Спирт
Бесцветная жидкость с очень резким запахом	Уксус
Бесцветная жидкость без запаха при комнатной температуре	H_2O

За каждую верную пару – 1 балл

Максимальный балл за задание – 5

Решение.

- 1) Для сильного охлаждения веществ используют жидкий азот, температура кипения которого – $196\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2), 3) В условии – две горючие жидкости, спирт и нефть. Спирт, как известно, бесцветный, а нефть представляет собой жидкость тёмного цвета.
- 4) Очень резким запахом обладает уксус. Спирт и нефть также имеют запах, но не столь резкий.
- 5) Вода – бесцветная жидкость без запаха. Если вода чем-то пахнет, то в ней имеются примеси.

Задание № 2.

В аптеке приобрели 5%-й раствор глюкозы, плотность раствора – 1.02 г/мл. Из бутылки в мерный стакан отобрали 100 мл раствора и разбавили чистой водой до концентрации 2%. Сколько граммов раствора получили? Ответ округлите до целых.



Ответ: 255

Точное совпадение ответа – 3 балла

Решение.

Исходный раствор имеет массу:

$$m_{\text{(начального раствора)}} = 100 \text{ мл} \cdot 1.02 \text{ г/мл} = 102 \text{ г.}$$

В нём содержится:

$$m_{\text{(глюкозы)}} = \frac{102 \cdot 5\%}{100\%} = 5.1 \text{ г.}$$

При разбавлении масса глюкозы не меняется:

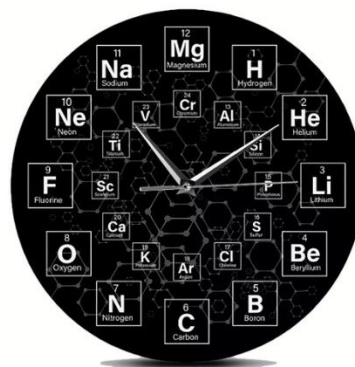
$$m_{\text{(конечного раствора)}} = \frac{5.1 \cdot 100\%}{2\%} = 255 \text{ г.}$$

Задания № 3–5.

Многие химики даже в быту окружают себя вещами, связанными с их профессией. Например, в их настенных часах на циферблате вместо чисел находятся символы химических элементов. В одних часах (назовём их «короткими») 12 элементов, а в других, «длинных» – 24.



Короткие часы



Длинные часы

Какое свойство химических элементов используется в химических часах?

Ответ:

- Атомная масса
- Атомный номер
- Распространённость в природе

Точное совпадение ответа – 1 балл

Решение.

В химических часах цифра, которую замещает символ элемента, равна атомному номеру элемента.

Задание № 4.

Уроки в первую смену начинаются в половине девятого утра. Между какими двумя элементами находится часовая стрелка в это время на «коротких» часах? Запишите их символы.

Ответ: между O и F.

За каждый верный ответ – 1 балл

Максимальный балл за задание – 2

Решение.

Время 8:30 находится между 8 и 9 часами утра. 8-й элемент – кислород (O), 9-й элемент – фтор (F).

Задание № 5.

Уроки во вторую смену начинаются в два часа дня. Символ какого элемента пересекает часовая стрелка в этот момент на «длинных» часах? Отметьте этот символ на рисунке.

Ответ:

- H
- He
- Li
- Be
- B
- C
- N
- O
- F
- Ne
- Na
- Mg
- Al
- Si
- P
- S
- Cl
- Ar
- K
- Ca
- Sc
- Ti
- V
- Cr

Точное совпадение ответа – 2 балла

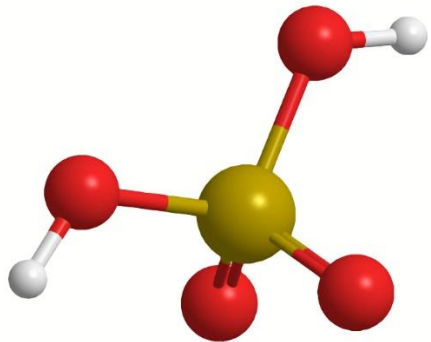
Решение.

Два часа дня – это 14:00. Короткая стрелка укажет на 14-й элемент – кремний (Si).

Максимальный балл за задания №3-5 – 5

Задание № 6.

В химии состав веществ выражают с помощью химических формул, а строение молекул – с помощью молекулярных моделей, состоящих, например, из шариков и палочек. Модель молекулы серной кислоты H_2SO_4 имеет вид:



Установите соответствие между химическими формулами веществ и моделями молекул.

Ответ:

S_8	
H_2S	
SO_2	
H_3PO_4	

**За каждую верную пару – 1 балл
Максимальный балл за задание – 4**

Решение.

S_8 – простое вещество, молекула S_8 состоит из атомов только одного типа – в модели они представлены жёлтыми шариками. В молекуле H_2S атом S (жёлтый шарик) связан с двумя атомами H. Водород – первый элемент, его атом имеет наименьший размер, в молекулярных моделях он изображается маленькими шариками белого или серого цвета. В молекуле SO_2 атом S связан с двумя атомами O – красными шариками чуть меньшего, чем S, размера. Наконец, модель молекулы H_3PO_4 содержит шарики трёх цветов: P – фиолетовый, O – красный, H – белый.

Задание № 7.

Ученик седьмого класса решил приготовить себе на завтрак очень сладкий чай. Для этого он насыпал в стакан чая объёмом 250 мл четыре чайные ложки сахара и хорошо перемешал. Определите массовую долю сахара в чае. Плотность несладкого чая примите равной 1.0 г/мл; массу сахара в одной ложке – 4 г. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

Ответ: 6.0

Точное совпадение ответа – 4 балла

Решение.

Масса чая: $m_{\text{чая}} = 250 \text{ мл} \cdot 1.0 \text{ г/мл} = 250 \text{ г}$.

Общая масса сахара: $m_{\text{сахара}} = 4 \text{ ложки} \cdot 4 \text{ г.} = 16 \text{ г}$.

Масса раствора складывается из массы сахара и массы чая:

$m_{\text{раствора}} = 250 \text{ г} + 16 \text{ г} = 266 \text{ г}$,

далее находится массовая доля сахара:

$$\omega_{\text{сахара}} = \frac{16 \cdot 100\%}{266} \approx 6\%.$$

Задание № 8.

Облака кажутся нам белыми за счёт рассеяния света на кристаллах одного из веществ, содержащихся в воздухе. Какого?



Ответ:

- Углекислый газ
- Азот
- Кислород
- Вода
- Аргон
- Оксид азота

Точное совпадение ответа – 3 балла

Решение.

Из перечисленных веществ все, кроме воды, являются газами даже при низкой температуре, поэтому превратиться в кристаллы не могут. Например, углекислый газ переходит в твёрдое состояние при $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$, остальные вещества кристаллизуются при ещё более низкой температуре. Вода замерзает при охлаждении, и именно на кристаллах воды происходит рассеяние света.

Задания № 9–10.

Газ X используется человеком для получения тепла и электричества. Он состоит из атомов водорода и элемента Y. Шесть молекул X содержат 30 атомов и весят столько же, сколько 8 атомов Y.

Запишите формулу газа X.

Ответ: CH₄

Точное совпадение ответа – 3 балла

Решение.

В молекуле X – 5 атомов, из них – только один атом Y (если бы атомов Y было больше, то масса 6 молекул X не могла бы быть равна массе 8 атомов Y). Тогда 6 молекул X содержат 6 атомов Y и 24 атома H.

$$8m(Y) = 6m(Y) + 24m(H),$$

$$2m(Y) = 24m(H),$$

$$m(Y) = 12m(H),$$

Y – углерод, C. Вещество X – метан, CH₄.

Задание № 10.

Во сколько раз молекула X тяжелее атома водорода? Ответ округлите до целых.

Ответ: 16

Точное совпадение ответа – 2 балла

Решение.

$$\frac{m(\text{CH}_4)}{m(\text{H})} = \frac{12m(\text{H}) + 4m(\text{H})}{m(\text{H})} = 16.$$

Максимальный балл за задания №9-10 – 5

Задание № 11.

По легенде, одному из римских императоров мастер преподнёс уникальную чашу, которая выглядела как серебряная, но была лёгкой. Металл, из которого была сделана чаша, внешне напоминал серебро и не тускнел на влажном воздухе.

– Красивая ваза – сказал император. – А где ты взял этот металл?

– Выделил из обычной глины, – ответил мастер.

– Кто-нибудь ещё знает об этом? Ученики, друзья?

– Только ты, мой император.

Мастер ожидал получить награду, но вместо этого император велел отрубить ему голову, так как боялся, что новый металл, который так легко получать, обесценит серебро. (На самом деле этот металл был впервые получен только в XIX веке, а сейчас его получают электролизом.) Какой металл это мог быть?

Ответ:

- Свинец
- Золото
- Алюминий
- Натрий
- Ртуть
- Кремний

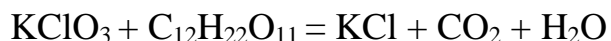
Точное совпадение ответа – 3 балла

Решение.

Применим метод исключения. Ртуть и свинец – тяжёлые металлы, к тому же ртуть жидкая. Золото – тяжёлый металл жёлтого цвета, не подходит. Кремний – неметалл. Остаются натрий и алюминий, но натрий – очень активный металл, легко окисляется на воздухе. Единственный металл, который удовлетворяет всем условиям – алюминий.

Задания № 12–13.

Для красивого оформления праздника, фотосессии, авиашоу, а иногда и для подачи сигнала бедствия используют цветные дымы. Цвет создаётся легкоиспаряющимся красителем, а дым – химической реакцией между окислителем и горючим веществом. В бытовых составах в качестве окислителя используют хлорат калия KClO_3 , а горючим веществом является сахар $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Один грамм такой смеси способен дать до 600 мл газов. Вставьте пропущенные коэффициенты уравнение реакции.



Коэффициент перед KClO_3 равен...

Ответ: 8

Точное совпадение ответа – 1 балл

Коэффициент перед KCl равен...

Ответ: 8

Точное совпадение ответа – 1 балл

Коэффициент перед CO_2 равен...

Ответ: 12

Точное совпадение ответа – 1 балл

Коэффициент перед H_2O равен...

Ответ: 11

Точное совпадение ответа – 1 балл

Максимальный балл за задание – 4

Задание № 13.

Какие из продуктов являются газообразными в условиях реакции?

Ответ:

- KCl
- CO₂
- H₂O

За каждый верный ответ – 1 балл

При выборе более 2 пунктов – 0 баллов

Максимальный балл за задание – 2

Решение.

Уравниваем С: $\dots\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = \dots\text{KCl} + \underline{12}\text{CO}_2 + \dots\text{H}_2\text{O}$

Уравниваем Н: $\dots\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = \dots\text{KCl} + \underline{12}\text{CO}_2 + \underline{11}\text{H}_2\text{O}$

Уравниваем О: $\underline{8}\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = \dots\text{KCl} + \underline{12}\text{CO}_2 + \underline{11}\text{H}_2\text{O}$

Уравниваем К и Cl: $\underline{8}\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = \underline{8}\text{KCl} + \underline{12}\text{CO}_2 + \underline{11}\text{H}_2\text{O}$

Максимальный балл за задания №12–13 – 5

Задание № 14.

Несколько семян подсолнечника, очищенных от шелухи, поместили в ступку и растёрли пестиком. Полученную массу разделили на две пробирки. В первую добавили немного воды, а во вторую – бензина. Содержимое пробирок хорошо перемешали и дали отстояться. Затем с помощью пипетки перенесли по 1 капле жидкости, которая находилась над осадком, на фильтровальную бумагу. Через некоторое время вода и бензин испарились с бумаги. Испарение капли воды прошло без следа, а при испарении бензиновой вытяжки на бумаге осталось жирное пятно.



Какие выводы можно сделать из этого опыта? Укажите **все** верные утверждения.

Ответ:

- Жиры растворяются в воде
- Жиры практически не растворяются в воде
- Жиры хорошо растворяются в бензине
- В семенах подсолнечника содержится жир
- В семенах подсолнечника содержатся водорастворимые белки

За каждый верный ответ – 2 балла

За каждую ошибку снимается 1 балл

При выборе более 4 пунктов – 0 баллов

Максимальный балл за задание – 6

Решение.

Вода испарилась без следа, потому что она совсем не растворила жиры из семечек. Напротив, бензин эти вещества растворил, поэтому после испарения бензина жиры из бензинового раствора остались на бумаге. Водорастворимые белки в семенах есть, но их очень мало, поэтому после испарения воды их следовые количества на бумаге не наблюдаются. По результатам опыта нельзя сказать, что водорастворимые белки содержатся в семенах.

Задания № 15–16.

Ундевит-Фармстандарт – витаминный комплекс для профилактики гиповитаминоза (нехватки витаминов в организме). Один из витаминов в его составе – аскорбиновая кислота (витамин С). Её можно принимать не только в составе витаминного комплекса, но и в виде водного раствора. Используя сведения, указанные на упаковке ундевита, сравните массу аскорбиновой кислоты, содержащейся в 300 г 0.3% её раствора и в четырёх витаминных драже.



Где больше аскорбиновой кислоты?

Ответ:

- В драже
- В растворе
- Одинаково

Точное совпадение ответа – 1 балл

Задание № 16.

Во сколько раз? Если содержание одинаково, в ответ запишите 1.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа – 3 балла

Решение.

Масса аскорбиновой кислоты в растворе: $\frac{300 \cdot 0.3\%}{100\%} = 0,9 \text{ г} = 900 \text{ мг}$.

Масса аскорбиновой кислоты в драже: $4 \cdot 75 = 300 \text{ мг}$.

В растворе в 3 раза больше аскорбиновой кислоты, чем в драже.

Максимальный балл за задания №15–16 – 4

Задание № 17.

Юные химики получили для исследования металлические слитки в форме правильных прямоугольных параллелепипедов.



Результаты измерения габаритных размеров и массы слитков представлены в таблице.

Масса, г	Размер, см		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
408.8	4.0	2.0	7.0

Для решения задачи вам будут полезны значения плотности металлов, образцы которых могли быть выданы для исследования.

Металл	Плотность, г/см ³
Алюминий	2.70
Железо	7.87
Золото	19.32
Магний	1.74
Медь	8.94
Никель	8.90
Олово	7.30
Свинец	11.37
Серебро	10.50
Цинк	7.13

Условие:

Из какого металла отлиты слитки? В ответ запишите химический символ металла.

Ответ: Sn

Точное совпадение ответа – 5 баллов

Решение.

$$V_{\text{(слитка)}} = a \cdot b \cdot c = 4.0 \text{ см} \cdot 2.0 \text{ см} \cdot 7.0 \text{ см} = 56.0 \text{ см}^3.$$

$$\text{Плотность металла: } \rho = \frac{m}{V} = \frac{408.8 \text{ г}}{56.0 \text{ см}^3} = 7.30 \text{ г/см}^3.$$

Из таблицы находим, что этот металл – олово, Sn.

Максимальный балл за работу – 53.