

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по химии для 8 класса

2020/21 учебный год

Максимальное количество баллов — 28

Задание № 1

Условие:

Дмитрий Иванович Менделеев — русский учёный-энциклопедист. Он не только химик, физикохимик, физик, метролог, экономист, технолог, геолог, метеоролог, нефтяник, педагог, приборостроитель, но и воздухоплаватель. Им был разработан проект стратостата, спроектирован управляемый аэростат с двигателями. Находясь во Франции, 35-летний Менделеев совершил подъём на привязном аэростате Анри Жиффара, а в более зрелом возрасте осуществил свой знаменитый полёт на воздушном шаре «Русский». Сколько Дмитрию Ивановичу тогда было лет, если это число соответствует массе в граммах четверти моля нитрата стронция?



Ответ:

53

Максимальный балл за задание — 1

Решение. Молярная масса нитрата стронция:

$M(\text{Sr}(\text{NO}_3)_2) = 88 + (14 + 16 \cdot 3) \cdot 2 = 212 \text{ г/моль}$. Четверть моль весит $0.25 \cdot 212 = 53 \text{ г}$.

Задание № 2

Условие:

Установите соответствие между названием лабораторного оборудования и его применением.



Варианты для соотнесения:

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Бюретка | А. Закрепление химической посуды |
| 2. Пипетка | Б. Хранение растворов или жидких веществ |
| 3. Колба круглодонная | В. Измерение объёма жидкостей |
| 4. Колба коническая | Г. Перемешивание растворов |
| 5. Лабораторный штатив | Д. Проведение реакций при нагревании и для перегонки |
| 6. Мерный цилиндр | Е. Определение точного объёма жидких веществ, вступивших в реакцию |
| | Ж. Отбор небольшого объёма жидкости |

Ответ:

1 — Е, 2 — Ж, 3 — Д, 4 — Б или Г, 5 — А, 6 — В

Каждое правильное соответствие — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение. Для правильного соотнесения необходимо вспомнить, как выглядит оборудование.

Оборудование	Применение
<p data-bbox="196 268 324 300">Бюретка</p> 	<p data-bbox="683 268 1482 352">Определение точного объёма жидких веществ, вступивших в реакцию</p>
<p data-bbox="196 493 324 525">Пипетка</p> 	<p data-bbox="683 493 1190 525">Отбор небольшого объёма жидкости</p>
<p data-bbox="196 739 487 770">Колба круглодонная</p> 	<p data-bbox="683 739 1419 770">Проведение реакций при нагревании и для перегонки</p>
<p data-bbox="196 997 451 1029">Колба коническая</p> 	<p data-bbox="683 997 1482 1081">Хранение растворов или жидких веществ ИЛИ</p> <p data-bbox="683 1102 1052 1134">Перемешивание растворов</p>
<p data-bbox="196 1312 511 1344">Лабораторный штатив</p> 	<p data-bbox="683 1312 1138 1344">Закрепление химической посуды</p>
<p data-bbox="196 1606 443 1638">Мерный цилиндр</p> 	<p data-bbox="683 1606 1094 1638">Измерение объёма жидкостей</p>

Задание № 3

Условие:

Определите общее число протонов, электронов и нейтронов в молекуле хлорной кислоты (HClO_4), содержащей изотоп хлора-37.

Ответ:

Число протонов — 50, число электронов — 50, число нейтронов — 52

Каждый правильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение. Молекула хлорной кислоты HClO_4 содержит 1 атом водорода, один атом хлора и 4 атома кислорода. Протоны, нейтроны и электроны — основные частицы, из которых состоит атом. Протоны заряжены положительно, электроны — отрицательно, а нейтроны вовсе не имеют заряда. Атомный номер (порядковый номер элемента в периодической системе элементов) показывает, сколько **протонов** содержится в одном атоме элемента. Протоны — это положительно заряженные частицы в ядре атома. Электроны представляют собой частицы, которые несут отрицательный заряд. Поэтому, когда элемент находится в нейтральном состоянии, то есть его заряд равен нулю, **число протонов и электронов будет равным**. Масса электронов очень мала, а масса протонов и нейтронов практически одинакова. Чтобы определить количество **нейтронов**, нужно вычесть число протонов из атомной массы.

В атоме водорода 1 протон, 1 электрон, 0 нейтронов. В атоме хлора (изотоп хлор-37) 17 протонов, 17 электронов, 20 нейтронов. В атоме кислорода 8 протонов, 8 электронов, 8 нейтронов.

Общее число протонов: $1 + 17 + 8 \cdot 4 = 50$

Общее число электронов: $1 + 17 + 8 \cdot 4 = 50$

Общее число нейтронов: $0 + 20 + 8 \cdot 4 = 52$

Задание № 4

Общее условие:

Фавипиравир — химическое соединение $C_5H_4FN_3O_2$, которое используется для лечения коронавирусной инфекции (COVID-19).

Условие:

Вычислите в процентах массовую долю фтора в фавипиравире. Запишите число с точностью до десятых.

Ответ:

12.1

Максимальный балл за задание — 1

Решение.

Молярная масса фавипиравира равна $M(C_5H_4FN_3O_2) = 12 \cdot 5 + 1 \cdot 4 + 19 + 14 \cdot 3 + 16 \cdot 2 = 157$ г/моль.

Массовая доля фтора равна отношению массы фтора к молярной массе вещества, умноженному на 100%: $\omega = m(F) \cdot 100\% / M(C_5H_4FN_3O_2) = 19 \cdot 100\% / 157 = 12.1\%$.

Условие:

Обычно используют по 0.6 грамма препарата дважды в сутки. Вычислите, сколько миллиграммов (мг) фтора в сутки получит больной. Запишите число с точностью до целых.

Ответ:

Любое число из диапазона [144; 146]

Максимальный балл за задание — 2

Решение. 0.6 грамма — это 600 мг. Пациент получает препарат 2 раза в сутки, соответственно, общая доза — 1200 мг. В препарате содержится 12.1% (0.121) фтора, поэтому больной получит: $600 \cdot 2 \cdot 0.121 = 145$ мг.

Задание № 5

Условие:

Кристаллогидрат сульфата меди нагревали до тех пор, пока масса твердого вещества не перестала изменяться, при этом потеря массы составила 36%. Сколько молей воды приходится на 1 моль сульфата меди (II) в кристаллогидрате?

Варианты ответа:

- 1
- 5
- 25
- 90
- 10

Ответ:

5

Максимальный балл за задание — 1

Решение. Формула кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Массовая доля воды 36% или 0.36, а сульфата меди (II) $\omega(\text{CuSO}_4) = 100 - 36 = 64\%$ или 0.64. $M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \cdot 4 = 160$ г/моль. Масса воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 160 \cdot 0.36 / 0.64 = 90$ г.

$x = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 90 / 18 = 5$. Формула кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Задание № 6

Условие:

Цианистый калий KCN — сильнейший яд — впервые был получен шведом Карлом Вильгельмом Шееле из желтой кровяной соли $K_4Fe(CN)_6$. В настоящее время эта соль является пищевой добавкой (E536), поскольку улучшает качество полукопченой колбасы. Не опасно ли есть такую колбасу? Давайте посчитаем. Предельно допустимая концентрация E536 — 10 мг на 1 кг колбасы. Если предположить, что вся желтая кровяная соль в организме превращается в цианид калия по реакции



то сколько максимально можно съесть колбасы за один раз, чтобы не отравиться цианидом? Примите, что разовая летальная доза цианида калия равна 50 мг.



Варианты ответа:

- 500 г
- 800 г
- 1 кг
- 5 кг
- 7 кг
- 18 кг

Ответ:

7 кг

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Количество вещества $n(\text{KCN}) = 50 / (39 + 12 + 14) = 0.77$ ммоль.

$n(\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6) = 0.77 / 4 = 0.193$ ммоль.

$M((\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6) = 39 \cdot 4 + 56 + (12 + 14) \cdot 6 = 368$ г/моль.

$m((\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6) = 0.193 \cdot 368 = 71.02$ мг.

Так как ПДК 10 мг на 1 кг колбасы, то $71.02 / 10 = 7.102 \approx 7$ кг.

или

$\omega(\text{KCN}) = 4 \cdot (39 + 12 + 14) / (39 \cdot 4 + 56 + (12 + 14) \cdot 6) = 260 / 368 = 0.707$.

$m(\text{E536}) = 50 / 0.707 = 70.72$ мг.

Так как ПДК 10 мг на 1 кг колбасы, то $70.72 / 10 = 7.072 \approx 7$ кг.

Задание № 7

Условие:

Укажите ряд, в котором число двойных связей в молекуле уменьшается слева направо.

Варианты ответа:

SO₃, H₂SO₄, H₃PO₄

O₂, PCl₃, CO₂

C₂H₂, C₂H₆, P₂O₅

NO₂, CS₂, SO₂

Ответ:

SO₃, H₂SO₄, H₃PO₄

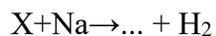
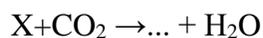
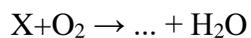
Максимальный балл за задание — 1

Решение. Если нарисовать структурные формулы, то становится очевидно, что в первом ряду уменьшается число двойных связей. В оксиде серы (6) их три, в серной кислоте — две, а в (орто)фосфорной кислоте — одна.

Задание № 8

Общее условие:

На схемах приведены превращения соединения X.



Условие:

Определите вещество X и запишите его формулу в ответ.

Ответ:

NH₃ (NH₃)

Максимальный балл за задание — 1.5

Решение: Исходя из схем превращения, в ходе которых выделяется вода, азот или водород, становится понятно, что в данные взаимодействия вступает аммиак. Его формула — NH₃.

Условие:

Соотнесите схемы реакций и суммы коэффициентов в соответствующих уравнениях реакций (коэффициенты — минимальные натуральные числа).

Варианты для соотнесения:

- | | |
|--|-------|
| 1. $X + O_2 \rightarrow \dots + H_2O$ | А. 4 |
| 2. $X + CO_2 \rightarrow \dots + H_2O$ | Б. 5 |
| 3. $X + Na \rightarrow \dots + H_2$ | В. 6 |
| 4. $X + HCl \rightarrow \dots$ | Г. 7 |
| 5. $X + CuO \rightarrow N_2 + \dots + \dots$ | Д. 12 |
| | Е. 15 |

Ответ:

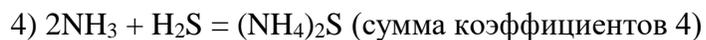
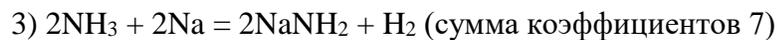
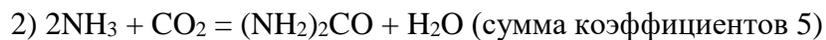
1 — Е, 2 — Б, 3 — Г, 4 — А, 5 — Д

Каждое правильное соответствие — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 2.5

Решение.

Для того, чтобы правильно соотнести схемы реакций с суммами коэффициентов, нужно помнить, что количество атомов каждого элемента в левой и правой части должно быть одинаковым.



Задание № 9

Условие:

Выберите все высказывания, в которых говорится о железе как о химическом элементе.

Варианты ответа:

Магнитный железняк является сырьём для получения сплавов железа

В яблоках и смородине много железа

Железо реагирует с бромом

Железный купорос состоит из железа, серы, кислорода и молекул воды

На железе во влажном воздухе образуется бурый налёт

Железо — мягкий металл

Ответ:

В яблоках и смородине много железа; Железный купорос состоит из железа, серы, кислорода и молекул воды

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный ответ — 0.5 балла, штраф за неправильный ответ — 0.2 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение. Важно отличать понятия «химический элемент» и «простое вещество». Химический элемент — совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра. В природе химические элементы образуют простые вещества и входят в состав сложных веществ (химических соединений). Проще говоря, химический элемент — это просто математическая модель, набор характеристик, а вот простое вещество — это уже реальная материя, с которой можно столкнуться в жизни и ощутить его каким-либо способом.

Отсюда понятно, что железо является составной частью, элементом, входящим в состав сложного вещества в железном купоросе и в растительных тканях яблока и смородины (содержится в виде комплексов Fe^{2+} и Fe^{3+}).

Задание № 10

Общее условие:

60 лет назад человечество впервые совершило полет в неизведанный космос. Но химики во все времена мечтали о космосе, и вполне земные вещества искали на других планетах, а названия земных веществ связывали с космическими объектами.

Условие:

Какой газ преобладает в атмосферах Венеры и Марса, а также в небольших количествах есть в воздухе космического корабля? Запишите его формулу.

Ответ:

CO₂ (CO₂)

Максимальный балл за задание — 0.5

Решение. Некоторые ученые считают, что несколько сотен миллионов лет назад на Венере и на Марсе происходили сильнейшие вулканические извержения, поэтому углекислый газ там в избытке.

Условие:

Какова формула «лунной» кислоты, полученной в 1827 году немецким химиком Э. Мичерлихом? Эта кислота — двухосновная, а ее молярная масса 145 г/моль.

Ответ:

H₂SeO₄ (H₂SeO₄)

Максимальный балл за задание — 0.5

Решение. Элемент с атомным номером 34, селен (в переводе с греческого — Луна), так назван потому что в природе он часто находится в соединении с теллуром (в переводе с греческого — Земля). Как Луна является спутником Земли, так и селен — частый спутник теллура. Формула селеновой кислоты аналогична серной, H₂SeO₄.

Задание № 11

Условие:

Установите соответствие между названием иона и его окислительно-восстановительными свойствами.

Варианты для соотнесения:

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| 1) Сульфид | А) Только окислитель |
| 2) Нитрат | Б) Только восстановитель |
| 3) Нитрит | В) И окислитель, и восстановитель |
| 4) Перманганат | |

Ответ:

1 — Б, 2 — А, 3 — В, 4 — А

Балл за каждую верную пару — 0.5

Максимальный балл за задание — 2

Решение. В низшей степени окисления элемент проявляет свойства только восстановителя; в высшей степени окисления — только окислителя; в промежуточной степени окисления — и восстановителя, и окислителя.

Низшая степень окисления металлов равна нулю, а для большинства неметаллов низшая степень окисления считается по формуле «номер группы – 8» (для водорода — H^{-1} , для бора — B^{-3}).

Высшая степень окисления для s- и p-элементов равна номеру группы (исключениями являются фтор и кислород — F^0, O^{+2}).

Задание № 12

Условие:

Создателям первых пилотируемых космических аппаратов пришлось решать проблему удаления из воздуха углекислого газа, образующегося при дыхании космонавтов. Для этого решили использовать вещества, богатые кислородом, например, супероксид калия KO_2 . Взаимодействуя с углекислым газом, он связывает его, а взамен выделяет газообразный кислород.

Составьте уравнение реакции между супероксидом калия и углекислым газом. В ответ запишите два числа:

1. Сумму коэффициентов в уравнении реакции (считая их минимальными натуральными числами);
2. Отношение объема выделившегося кислорода к объему поглощенного углекислого газа (с точностью до десятых).

Ответ:

Сумма коэффициентов в уравнении реакции — 11

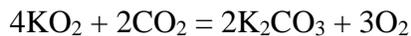
Отношение объема выделившегося кислорода к объему поглощенного углекислого газа — 1.5

Каждый правильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 2

Решение.

1. Для того, чтобы найти сумму коэффициентов в уравнении реакции, нужно уравнять количество атомов каждого элемента в левой и правой части:



Сумма коэффициентов равна 11.

2. Из уравнения видно, что из 2 моль углекислого газа образуется 3 моль кислорода. Значит, отношение объема выделившегося кислорода к поглощенному углекислому газу $3/2$ или 1.5.

Условие:

Рассчитайте, сколько килограммов супероксида калия должно быть на борту космической станции, чтобы возобновлять запас кислорода для экипажа из двух человек в течение 10 суток, если известно, что за сутки один человек выделяет 880 г углекислого газа. Запишите число с точностью до целых.



Ответ:

Число из диапазона [56; 58]

Максимальный балл за задание — 1

Решение. В сутки человек выделяет 880 г углекислого газа, что составляет в молях $n(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2) / M(\text{CO}_2) = 880 / 44 = 20$ моль. Чтобы его утилизировать, требуется в 2 раза больше, т.е. 40 моль, супероксида калия, масса которого $m(\text{KO}_2) = n(\text{KO}_2) \cdot M(\text{KO}_2) = 40 \cdot 71 = 2840$ г или 2.84 кг.

Для работы в течение 10 дней для экипажа из двух человек потребуется:

$2.84 \cdot 10 \cdot 2 = 56.8 \approx 57$ кг супероксида калия.