

# 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="199 268 321 300">Бюретка</p> 	<p data-bbox="686 268 1474 352">Определение точного объёма жидких веществ, вступивших в реакцию</p>
<p data-bbox="199 495 321 527">Пипетка</p> 	<p data-bbox="686 495 1190 527">Отбор небольшого объёма жидкости</p>
<p data-bbox="199 743 483 774">Колба круглодонная</p> 	<p data-bbox="686 743 1417 774">Проведение реакций при нагревании и для перегонки</p>
<p data-bbox="199 1003 451 1035">Колба коническая</p> 	<p data-bbox="686 1003 1474 1087">Хранение растворов или жидких веществ ИЛИ</p> <p data-bbox="686 1108 1052 1140">Перемешивание растворов</p>
<p data-bbox="199 1314 508 1346">Лабораторный штатив</p> 	<p data-bbox="686 1314 1141 1346">Закрепление химической посуды</p>
<p data-bbox="199 1608 443 1640">Мерный цилиндр</p> 	<p data-bbox="686 1608 1092 1640">Измерение объёма жидкостей</p>

### Задание № 3

---

**Условие:**

Определите общее число протонов, электронов и нейтронов в молекуле хлорной кислоты ( $\text{HClO}_4$ ), 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  $\text{HClO}_4$  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:

SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

O<sub>2</sub>, PCl<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

NO<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>

### Ответ:

SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

**Максимальный балл за задание — 1**

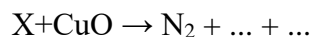
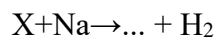
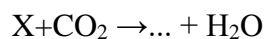
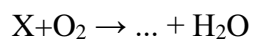
*Решение.* Если нарисовать структурные формулы, то становится очевидно, что в первом ряду уменьшается число двойных связей. В оксиде серы (6) их три, в серной кислоте — две, а в (орто)фосфорной кислоте — одна.

## Задание № 8

---

### Общее условие:

На схемах приведены превращения соединения X.



### Условие:

Определите вещество X и запишите его формулу в ответ.

### Ответ:

NH<sub>3</sub> (NH<sub>3</sub>)

**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 — NH<sub>3</sub>.

### 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:**

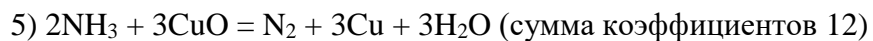
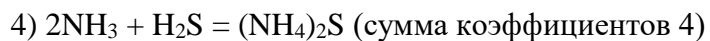
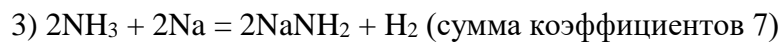
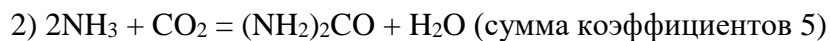
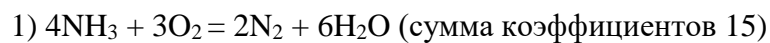
1 — Е, 2 — Б, 3 — Г, 4 — А, 5 — Д

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:

CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>)

**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:

H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> (H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>)

**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, H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>.

## 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  $\text{KO}_2$ . 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

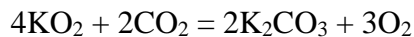
Отношение объема выделившегося кислорода к объему поглощенного углекислого газа — 1.5

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.