

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

2025 – 2026 уч.г.

7-8 класс

Максимальное количество баллов за работу – 90

Задача 1.

Химику Горелкину необходимо провести химический эксперимент. Для этого ему необходимо взять газ под давлением 2 атмосферы при температуре 30°C. Объем сосуда, в котором будет храниться газ, равен 5 литрам. Помогите определить химику Горелкину, сколько молей газа содержится в сосуде, если известно точно, что давление, объем и температура газа связаны уравнением Менделеева-Клайперона:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

где P – давление газа ,

V – объем газа, м³;

m – масса газа,

M – молярная масса газа,

T – абсолютная температура газа, К.

R – универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/моль*К.

Обратите внимание, что 0°C = 273 К. А 1 атмосфера = 101325 Па.

Полученные данные округлите до сотых. Найдите число молекул в этом газе, используя закон Авогадро, где $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Ответ округлите до десятых.

Максимально – 10 баллов.

Решение:

1. Перевод температуры в Кельвины:

$$T = 273 + 30 = 303 \text{ К}$$

1 балл

2. Перевод давления по системе СИ:

$$1 \text{ атм.} = 101325 \text{ Па}$$

$$2 \text{ атм.} = 101325 \cdot 2 = 202650 \text{ Па}$$

1 балл

3. Перевод объема в м³:

$$5 * 0,001 = 0,005 \text{ м}^3$$

1 балл

4. Выражение из уравнения Менделеева-Клайперона количества вещества:

$$\frac{m}{M} = \frac{PV}{RT}$$

1 балл.

5. Подстановка значений в полученное уравнение и решение:

$$n = \frac{202650 \text{ Па} * 0,005 \text{ м}^3}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} * \text{К}} * 303 \text{ К}} = \frac{1013.25}{2519.142} \approx 0.403 \text{ моль}$$

3 балла (1 балл за указание единиц измерения, 1 балл за решение уравнения, 1 балл за верное округление полученного значения).

6. Написание формулы нахождения числа молекул и ее решение:

$$N = n * N_A$$

$$N = 0,403 \text{ моль} * 6,022 * 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 2,4 * 10^{23}$$

3 балла (1 балл за написание формулы, 1 балл за верное решение, 1 балл за верное округление)

Общая сумма баллов – 10.

Задача 2.

Горелкин решил не унывать и продолжить свою работу. Начальник лаборатории попросил химика Горелкина разделить смесь железных опилок и порошка серы. Помогите Горелкину решить эту непростую задачу. Опишите ход действий, чтобы получить чистые вещества и опишите наблюдения.

После разделения, Горелкин решил проверить полученные результаты, сверившись с записями в лабораторном журнале. Общая масса смеси – 50 грамм. Известно, что масса железных опилок составляет 30 грамм. Определите, сколько граммов порошка серы содержится в смеси и какая часть общей массы смеси приходится на железо? Рассчитайте, сколько моль железа и серы содержится в 50 граммах смеси. Ответ округлите до сотых. Не забывайте прописывать единицы измерения при решении.

Максимально – 10 баллов.

1. Для разделения смеси можно использовать железный магнит. Железные опилки притягиваются к магниту, а сера остается, т.к. не обладает магнитными свойствами.

2 балла. (1 балл за название метода, 1 балл за описание наблюдений.
Возможно использования другого метода разделения, например, флотации в воде, но должны быть пояснения)

2. Нахождение массы порошка серы:

$$50 \text{ г.} - 30 \text{ г.} = 20 \text{ г.}$$

1 балл.

3. Расчет части от общей массы для железа:

$$\frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} * 100\% = \frac{30 \text{ г.}}{50 \text{ г.}} * 100\% = 60\%$$

2 балла (1 балл за указание единиц измерения, 1 балл за решение уравнения)

4. Расчет количества железа и серы:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ г.}}{32 \text{ г/моль}} = 0,63 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{30 \text{ г.}}{56 \text{ г/моль}} = 0,54 \text{ моль}$$

5 баллов (по 1 баллу – за написание единиц измерения в каждом уравнении, по 1 баллу – за каждый верный расчет количества вещества, по 0,5 баллов – за верное округление полученных результатов до сотых)

Максимально – 10 баллов.

После успешного разделения смеси, Горелкин решил продолжить свою работу в лаборатории. На столе стоит 5 подписанных баночек с веществами: пищевая сода, купоросное масло, каустическая сода, известняк, кварц. Помогите Горелкину подписать формулы веществ и классы соединений, к которым они относятся.

Максимально – 10 баллов.

1. Пищевая сода – NaHCO_3 (кислая соль, допустимо написание «соль»);
2. Купоросное масло – H_2SO_4 (кислота, допустимо написание «двухосновная кислота»);
3. Каустическая сода – NaOH (основание, допустимо написание «щелочь»);
4. Известняк – CaCO_3 (средняя соль, допустимо написание «соль»). Также учитывается написание доломита – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ с указанием класса веществ – «соль»);
5. Кварц – SiO_2 – (кислотный оксид).

За каждую верную формулу – 1 балл. За каждый верно написанный класс соединений – 1 балл.

Максимально – 10 баллов.

Задача 4.

Горелкин собирался уже уходить домой, как случайно перевернул коробку с лабораторным оборудованием. На полу оказалась следующая посуда:

1.



2.



3.



4.



5.



Помоги химику Горелкину разобраться с беспорядком. Подпишите посуду и кратко опишите ее возможное применение.

Максимально – 10 баллов.

1. Бюретка. Предназначается для точного измерения объема подаваемой жидкости для минимизации погрешности
2. Капельница Шустера (возможен вариант «капельница»). Предназначается для точного измерения объема подаваемой жидкости при добавлении реагентов.
3. Делительная воронка. Предназначается для разделения жидкостей, несмешивающихся между собой.
4. Аппарат Киппа. Используется для получения газов путем взаимодействия твердого и жидкого реагентов.
5. Эксикатор. Используется для сушки и хранения веществ в условиях низкой влажности.

За каждое верно подписанное оборудование – 1 балл. За каждое верно написанное применение – 1 балл.

Максимально – 10 баллов.

Задача 5.

Рабочий день химика Горелкина подходит к концу. Прежде чем уйти домой, ему необходимо доделать свой эксперимент. В его эксперименте участвует соединение, которое известно человечеству с древних времен и применяется как в промышленности, так и в лабораторных опытах. Это простое вещество X сгорает в кислороде с образованием газа с резким запахом Y (1). Доокислив данный газ (2), его можно применить для образования кислоты Z (3). При взаимодействии вещества X с железом, образуется соль P черного цвета (4). Кроме того, данная соль P может быть получена при обжиге пирита (5). Вещество X способно взаимодействовать с водородом, образуя газ F с неприятным запахом. (6). Стоит отметить, что вещество X не является металлом, но способно участвовать в реакциях, меняющих его валентность.

Напишите уравнения реакций, расставьте коэффициенты. Назовите неизвестные вещества. Суммарно, должно получиться 6 уравнений реакций.

Для удачного завершения эксперимента Горелкину необходимо рассчитать массу получившейся кислоты Z. Необходимо приготовить 500 г. раствора кислоты с массовой долей 10% из газа Y, который доокислили до высшей степени окисления неметалла. Известно, что плотность 10-% раствора кислоты Z равна 1,065 г/мл. Рассчитайте массу газа Y, необходимого для приготовления кислоты и определите объем воды, который потребуется для растворения полученного газа.

Ответьте на вопросы:

1. Какие основные методы получения серной кислоты известны? Назовите 2 метода.
2. Где применяется серная кислота и какие вещества можно получить с её помощью?
3. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с серной кислотой?
4. Как используют серную кислоту в промышленности для получения других химических соединений?

Максимально – 50 баллов.

1. Уравнения реакций:

- 1) $S + O_2 = SO_2$ (оксид серы (IV) или диоксид серы). Вещество Y.
- 2) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ (оксид серы (VI) или серный ангидрид).
- 3) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ (серная кислота). Вещество Z.
- 4) $S + Fe = FeS$ (сульфид железа (II)). Вещество P.
- 5) $FeS_2 + O_2 = FeS + SO_2$ (сульфид железа (II))
- 6) $S + H_2 = H_2S$ (сероводород). Вещество F.

Вещество X – S.

За каждое верно написанное уравнение реакции – 1 балл. За каждое верное название соединения – 1 балл. Определено вещество X – 1 балл. Подписаны неизвестные вещества из задачи – 2 балла. Суммарно, 15 баллов.

Решение задачи:

- 1) $S + O_2 = SO_2$
 $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
 $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

За каждое написанное уравнение реакции – 3 балла.

- 2) Молекулярная масса SO_3 :
 $32 + (16 \cdot 2) = 64$ г/моль
1 балл.
- 3) Молекулярная масса H_2SO_4 :
 $(1 \cdot 2) + 32 + (16 \cdot 4) = 98$ г/моль
1 балл.
- 4) Нахождение массы серной кислоты в растворе:
 $500 \text{ мл} \cdot 1,065 \text{ г/мл} = 532,5 \text{ г.}$
 $\frac{532,5 \text{ г} \cdot 10\%}{100 \%} = 53,25 \text{ г.}$
2 балла.

5) Из уравнения реакции следует, что для приготовления 53,25г. H_2SO_4 необходимо затратить 0,54 моль. Следовательно, масса оксида равна = $64 \text{ г/моль} \cdot 0,54 \text{ моль} = 34,8 \text{ г}$.

Нахождение количества серной кислоты – 1 балл. Нахождение количества оксида серы по уравнению реакции – 1 балл. Нахождение массы оксида -1 балл.

Суммарно, 3 балла.

6) Расчет массы воды:

$$532,5 \text{ г} - 34,8 \text{ г} = 497,7 \text{ г}.$$

1 балл.

Суммарно 11 баллов.

Вопросы:

1. Какие основные методы получения серной кислоты известны?

- Контактный метод: Основан на каталитическом окислении диоксида серы (SO_2) до триоксида серы (SO_3) с последующим растворением в воде.
- Нитрозный метод: Основан на окислении диоксида серы до серного ангидрида с помощью оксидов азота (NO_2).

1,5 балла за каждый ответ.

2. Где применяется серная кислота и какие вещества можно получить с её помощью?

- Используется для синтеза органических красителей и пигментов.
- Применяется в производстве лекарств, таких как аспирин.
- Используется для синтеза нитратов и других компонентов взрывчатых веществ.
- Применяется для очистки нефти и нефтепродуктов, а также для производства пластификаторов и других химических соединений.

1,5 балла за каждый ответ. Ответ считается верным без подробных пояснений.

3. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с серной кислотой?

- Использование защитных перчаток, фартуков, очков и респираторов.
- Обеспечение хорошей вентиляции рабочих помещений для удаления вредных паров.
- Наличие нейтрализующих растворов, таких как раствор соды или извести, для быстрого нейтрализации проливов кислоты.

- Использование специальной одежды, устойчивой к воздействию химических веществ.
- Промывание поражённых участков большим количеством воды и немедленное обращение за медицинской помощью.

1,5 балла за каждый верный ответ.

4. Как используют серную кислоту в промышленности для получения других химических соединений?

- Серная кислота используется для синтеза аммоний сульфата, который является важным компонентом удобрений.
- Серная кислота применяется для получения азотной, фосфорной и соляной кислот.
- Используется для синтеза различных солей, таких как сульфаты, которые находят применение в металлургии, строительстве и других отраслях.
- Применяется для удаления окалины и ржавчины с металлических поверхностей.
- Используется в органическом синтезе для производства различных химических веществ, таких как красители, пластификаторы и лекарственные препараты.

1,5 балла за каждый верный ответ.

Суммарно – 24 балла.