

**Решения заданий 2-го этапа Всероссийской олимпиады школьников
по химии 2019 – 20 учебный год**

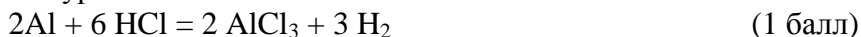
9 класс

**Задача 9.1 (Олимпиадные задания по химии/ Сост.: Глазкова О.В., Лазарева О.П.;
МО РМ, МРИО.- Саранск, 2005)**

На чашках весов уравновешены химические стаканы с 0,1 г металлического алюминия в каждом. Как изменится равновесие весов, если в один стакан прилить 5%-ный раствор соляной кислоты массой 10 г, в другой – 5%-ный раствор гидроксида натрия массой 10 г.

Решение:

Металлический алюминий реагирует с соляной кислотой и гидроксидом натрия согласно уравнениям:



При одной и той же массе прореагировавшего алюминия в обоих случаях выделяется одинаковое количество водорода. (1 балл)

Следовательно, если алюминий растворится полностью, то равновесие весов не изменится. В случае неполного растворения алюминия перевесит та чашка весов, где меньшая доля алюминия вступит в реакцию. (1 балл)

$$m(\text{HCl}) = 10 \times 0,05 = 0,5 \text{ г} \quad m(\text{NaOH}) = 10 \times 0,05 = 0,5 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль} \quad M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль} \quad M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Al}) = 0,1 \text{ г} : 27 \text{ г/моль} = 0,0037 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$n(\text{HCl}) = 0,5 \text{ г} : 36,5 \text{ г/моль} = 0,0137 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,0125 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

Оба вещества HCl и NaOH взяты в избытке. (1 балл)

Поэтому в обоих стаканах произойдет полное растворение алюминия и равновесие весов не нарушится.

(1 балл)

Всего 10 баллов.

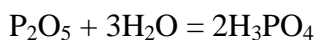
**Задача 9.2 (Всероссийская олимпиада школьников по химии 2018–2019 уч. г.
Муниципальный этап. 9 класс. Г. Москва)**

Какую массу фосфорного ангидрида надо внести в воду для получения 98 г раствора ортофосфорной кислоты, в котором массовые доли веществ равны? В полученный раствор добавили 25 г мела и нагрели до кипения. Образование осадка не наблюдалось. Найдите массовую долю растворённого вещества после завершения реакции.

Решение

Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла

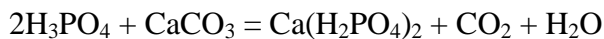
При внесении фосфорного ангидрида в воду образуется раствор ортофосфорной кислоты, который состоит из воды и кислоты, массовые доли которых равны. Значит, в растворе равны и массы веществ: $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 / 2 = 49 \text{ г}$.



$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 49 / 98 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) / 2 = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ моль}; m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,25 \times 142 = 35,5 \text{ г}$$

После добавления мела и при кипячении протекает реакция:



$n(\text{CaCO}_3) = 25 / 100 = 0,25$ моль, в этой реакции реагенты взяты в стехиометрическом количестве.

$$n(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 0,25 \times 234 = 58,5 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,25 \times 44 = 11 \text{ г} \quad m(\text{р-ра}) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) + m(\text{CaCO}_3) - m(\text{CO}_2) = 98 + 25 - 11 = 112 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 58,5 / 112 = 0,522 \text{ (52,2 \%)}$$

Система оценивания

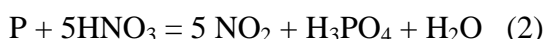
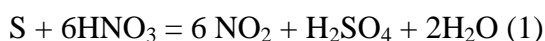
| | |
|---|---------------|
| Уравнения реакций 2 x 1,5 | 3 балла |
| Расчёт массы оксида фосфора(V) | 3 балла |
| Расчёт массовой доли дигидрофосфата кальция | 4 балла |
| Расчёт без учёта улетучившегося CO ₂ | Минус 2 балла |
| Всего 10 баллов. | |

Задание 9.3 (100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы : учебное пособие / И.Ю. Белавин [и др.] ; под редакцией В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)

Смесь фосфора и серы массой 11,34 г обработали избытком концентрированной азотной кислоты при нагревании. Выделилось 44,35 л (н.у.) бурого газа. Определите массовые доли фосфора и серы в исходной смеси.

Решение (Е.А. Попова)

Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла



Пусть $n(\text{S}) = x$ моль, а $n(\text{P}) = y$ моль, тогда $n_1(\text{NO}_2) = (6x)$ моль – по уравнению (1)

$n_2(\text{NO}_2) = (5y)$ моль – по уравнению (2)

$$\text{Масса исходной смеси } 32x + 31y = 11,34$$

$$\text{Общее количество оксида азота - } n(\text{NO}_2) = 44,35/22,4 = 1,98 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 6x + 5y$$

$$6x + 5y = 1,98$$

Получаем систему 2-х уравнений с 2-мя неизвестными

$$\begin{cases} 32x + 31y = 11,34 & x = 0,18 \\ 6x + 5y = 1,98 & y = 0,18 \end{cases}$$

$$n(\text{S}) = 0,18 \text{ моль}, m(\text{S}) = 5,76 \text{ г}, \omega(\text{S}) = 5,76/11,34 = 0,508 \text{ или } 50,8\%$$

$$n(\text{P}) = 0,18 \text{ моль}, m(\text{P}) = 5,58 \text{ г}, \omega(\text{P}) = 5,58/11,34 = 0,492 \text{ или } 49,2\%$$

Система оценивания

| | |
|--|---------|
| Определение бурого газа | 1 балл |
| Уравнения реакций | 2 балла |
| Выражения количества и массы веществ через x и y – | 4 балла |
| Составление и решение системы уравнений | 2 балла |
| Нахождение состава смеси | 1 балл |

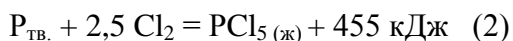
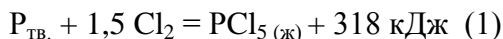
Всего – 10 баллов.

Задача 9.4 (100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы : учебное пособие / И.Ю. Белавин [и др.] ; под редакцией В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)

При взаимодействии 31 г фосфора с хлором выделилось 400 кДж теплоты и образовалась смесь хлоридов фосфора (III) и (V). Определите объем прореагировавшего хлора (н.у.), если теплоты образования хлорида фосфора (III) и хлорида фосфора (V) равны 318 и 455 кДж/моль соответственно.

Решение:

Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла



$$n(\text{P}) = 1 \text{ моль}$$

пусть $n_1(\text{P}) = x$ моль – в (1) реакции, а y моль – $n_2(\text{P})$ во (2) реакции, тогда

$$x + y = 1 \text{ моль}$$

Выразим количество теплоты, выделившееся в (1) и (2) реакциях – $318x$ (1) и $455y$ (2)

$$318x + 455y = 400$$

Получили систему 2-х уравнений с 2-мя неизвестными

$$\begin{cases} x + y = 1 \text{ моль} & x = 0,401 \\ 318x + 455y = 400 & y = 0,599 \end{cases}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 1,5x + 2,5y = 2,1 \text{ моль}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 47 \text{ л}$$

Система оценивания

| | |
|---|---------|
| Уравнения термохимических реакций | 2 балла |
| Выражения количества и количества теплоты через x и y – | 4 балла |
| Составление и решение системы уравнений | 2 балла |
| Нахождение состава смеси | 2 балла |

Всего 10 баллов.**Задача 9.5 (олимпиада Санкт-Петербург)**

В шести пакетиках находятся следующие сухие вещества: оксид кальция, хлорид кальция, карбонат кальция, сульфат бария, хлорид натрия и сульфат натрия.

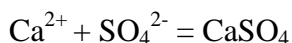
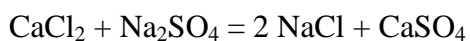
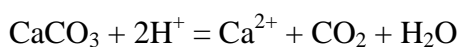
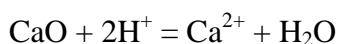
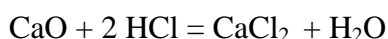
Используя только исходные вещества, воду и раствор хлороводородной кислоты, определите содержимое каждого пакета. Составьте таблицу наблюдений, опишите ход выполнения работы и наблюдаемые явления. Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

Решение:

Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла

| | CaO | CaCl ₂ | CaCO ₃ | BaSO ₄ | NaCl | Na ₂ SO ₄ |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|---------------------------------|
| H ₂ O | Плохо растворим | р | н | н | р | р |
| HCl | р | р | р, газ | н | р | р |
| CaCl ₂ | ---- | ---- | ---- | н | ---- | помутнение |
| NaCl | ---- | ---- | ---- | н | ---- | ----- |
| Na ₂ SO ₄ | Помутнение | Помутнение | Помутнение | н | ---- | ---- |

Уравнения проводимых реакций

**Система оценивания:**

| | |
|--------------------|---------|
| Таблица наблюдений | 4 балла |
| Уравнения реакций | 3 балла |
| Ионные уравнения | 3 балла |

Всего 10 баллов.

Общее количество баллов – 50.

Допускаются другие варианты решения задач, не искажающие смысл.

При отправке детей на региональный этап олимпиады не забудьте про экспериментальный тур, где требуется защищающий одежду ХАЛАТ!

Региональный этап (теоретический тур) состоится по адресу: улица Каманина, д. 18/38, в центре для одаренных детей «Платформа 33»