

Шишкина Елена Владимировна

Пензенский техникум железнодорожного транспорта

филиал федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего профессионального образования

"Самарский государственный университет путей сообщения"

г. Пенза

ХИМИЯ С ПОМОЩЬЮ ТОЧНЫХ НАУК

Почти каждая химическая задача может быть решена несколькими способами. В практике обучения решению задач очень важно всячески поощрять в учащихся стремление к поиску разных вариантов решения одной и той же задачи, различными математическими приемами во избежание трафаретного подхода, который нередко вырабатывается у учащихся. Знание разнообразных приемов расчетов создает у учащегося необходимую базу для выбора нужного подхода к решению предложенной задачи нового для него типа. Исходя из особенностей учащихся и их математической подготовки, можно разбирать возможные способы решения задач. Это способствует развитию мышления учащихся и облегчает им выбор рационального способа решения предложенной задачи. В ходе решения задач по химии очень часто используются физические величины и их единицы.

Задача. Вычислите массу гидроксида кальция, взаимодействующего с хлоридом аммония если из аммиака, образующегося в результате реакции, можно приготовить 1 кг раствора, массовая доля аммиака в котором равна 0,17.



Дано:

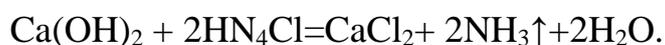
$$m(\text{раствора NH}_3) = 1 \text{ кг}$$

$$w(\text{NH}_3) = 0,17$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = ?$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль}$$

Решение:

Прежде чем вычислять массу гидроксида кальция, необходимо определить массу аммиака, содержащегося в 1 кг раствора с массовой долей 0,17. Для этого, согласно определению массовой доли растворенного вещества, запишем формулу:

$$w = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{раствора NH}_3)}$$

Откуда: $m(\text{NH}_3) = 1000\text{г} * 0,17 = 170\text{г}.$

Вычисление же массы гидроксида кальция можно провести различными математическими способами:

1-й способ (решение с использованием величины “количества вещества” и её единицы “моль”)

Применив формулу: $\nu = \frac{m}{M},$

определим количество аммиака, взятого массой 170 г:

$$\nu = 170 \text{ г} : 17 \text{ г/моль} = 10 \text{ моль}.$$



Согласно уравнению реакции для получения 10 моль аммиака нужно 5 моль гидроксида кальция. Тогда $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5 \text{ моль} * 74 \text{ г/моль} = 370 \text{ г}$.

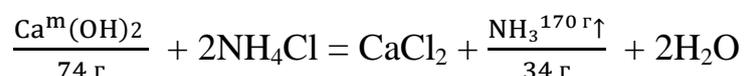
2-й способ (решение арифметическое)

По уравнению реакции для получения 34 г ($17 \text{ г/моль} * 2 \text{ моль}$) аммиака нужно 74 г гидроксида кальция. Мы подсчитали, что для получения 1 кг раствора нужно 170 г аммиака. $170 \text{ г} > 34 \text{ г}$ в раз, значит, и гидроксида кальция потребуется в раз больше, т.е.

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г} * 5 = 370 \text{ г}.$$

3-й способ (решение пропорции)

Из уравнения реакции видно, что для получения 34 г аммиака из хлорида аммония необходимо 74 г гидроксида кальция, а для получения 170 г аммиака нужно m г гидроксида кальция. Установленную пропорциональную зависимость между тремя известными величинами и одной неизвестной ученики кратко записывают следующим образом:



Затем составляют пропорцию:

$$\frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{74} + \frac{170}{34 \text{ г}}, \text{ откуда } m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{74 \text{ г} * 170 \text{ г}}{34 \text{ г}} = 370 \text{ г}.$$

4-й способ (решение путем приведения к единице)

Согласно уравнению реакции для получения 34 г аммиака из хлорида аммония необходимо взять 74 г гидроксида кальция. Отсюда для получения 1 г аммиака потребуется гидроксида кальция в 34 раза меньше, т.е. $\frac{74}{34}$ г, а для образования 170 г аммиака нужно взять $\frac{74}{34} * 170 \text{ г}$, т.е. 370 г гидроксида кальция.



5-й способ (вывод алгебраической формулы и расчет по ней)

Массы реагирующих веществ и продуктов реакции связаны между собой стехиометрическими отношениями, которые можно выразить алгебраической формулой:

$$m_x = m \frac{k_x \cdot M_x}{k_M}, \text{ где}$$

m – масса вещества (известная по условию задачи);

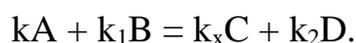
M – молярная масса этого вещества;

m_x - масса вещества, которую нужно вычислить;

M_x – молярная масса вещества, массу которого требуется вычислить;

k и k_x - коэффициенты перед формулами соответствующих веществ в уравнении реакции.

Данную формулу легко вывести, доказав её истинность. Предположим, что нам нужно определить массу (m_x) веществ “С”, зная массу (m) вещества “А” в соответствии с уравнением:



Для проведения расчета необходимо знать молярную массу вещества “А” – (M) коэффициент перед его формулой, - k , а также молярную массу вещества “С” – (M_x) и коэффициент перед формулой этого вещества - k_x . На основании этого запишем:

$$\frac{k_A \cdot m}{k_M} + k_1 B = \frac{k_x C \cdot m_x}{k_x M_x} + k_2 D.$$



Составим пропорцию $\frac{m}{kM} = \frac{m_x}{k_x M_x}$. Откуда можно вывести приведенную выше формулу.

Итак, записав формулу, подставляем в неизвестные величины. Решение примет вид:

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{170 \text{ г} * 1 * 74 \text{ г/моль}}{2 * 17 \text{ г/моль}} = 370 \text{ г.}$$

6-й способ (решение через коэффициент пропорциональности)

При решении задач, в которых требуется определить массу нескольких веществ (в нашем примере, скажем, $m(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ и $m(\text{NH}_4\text{Cl})$), удобно пользоваться стехиометрическим коэффициентом пропорциональности. Так, применяя в решении задач выведенную алгебраическую формулу (см. 5-й способ решения), во всех расчетах будем иметь неизменным отношение $\frac{m}{kM}$, т.е. для данной реакции эта величина постоянная:

$$\frac{m}{kM} = \text{const.}$$

Использование постоянной величины, обозначенной $K_{\text{пр}}$ (стехиометрический коэффициент пропорциональности), дает возможность вычислять требуемые массы веществ. Для этого достаточно величину молярной массы, с учетом коэффициента, умножить на стехиометрический коэффициент пропорциональности:

$$m_x = k_x * M_x * K_{\text{пр.}}$$

Для нашего примера решение будет выглядеть так:

$$K_{\text{пр}} = \frac{170}{2 * 17} = 5; \quad m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г} * 5 = 370 \text{ г.}$$



Наконец, на факультативных и внеклассных занятиях учащимся можно объяснить еще два способа решения химических задач.

7-й способ (решение на основе закона эквивалентов)

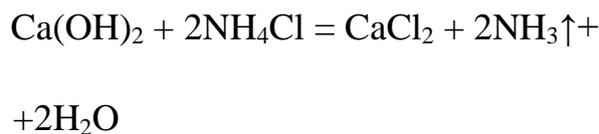
Учащимся объясняется сущность закона эквивалентов, способы расчета эквивалентных масс по формулам веществ и математическое выражение закона эквивалентов:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$$

В данном случае решение будет иметь следующий вид:

$m(\text{раствора NH}_3) = 1 \text{ кг.}$

$w(\text{NH}_3) = 0,17$



1) $m(\text{NH}_3) = 1000 \text{ г} * 0,17 = 170 \text{ г.}$

2) Согласно закону эквивалентов

$m(\text{Ca(OH)}_2) = ?$

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{Ca(OH)}_2)} = \frac{\mathcal{E}(\text{NH}_3)}{\mathcal{E}(\text{Ca(OH)}_2)}$$

$\mathcal{E}(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/экв.}$

Отсюда $m(\text{Ca(OH)}_2) =$

$\mathcal{E}(\text{Ca(OH)}_2) = 37 \text{ г/экв}$

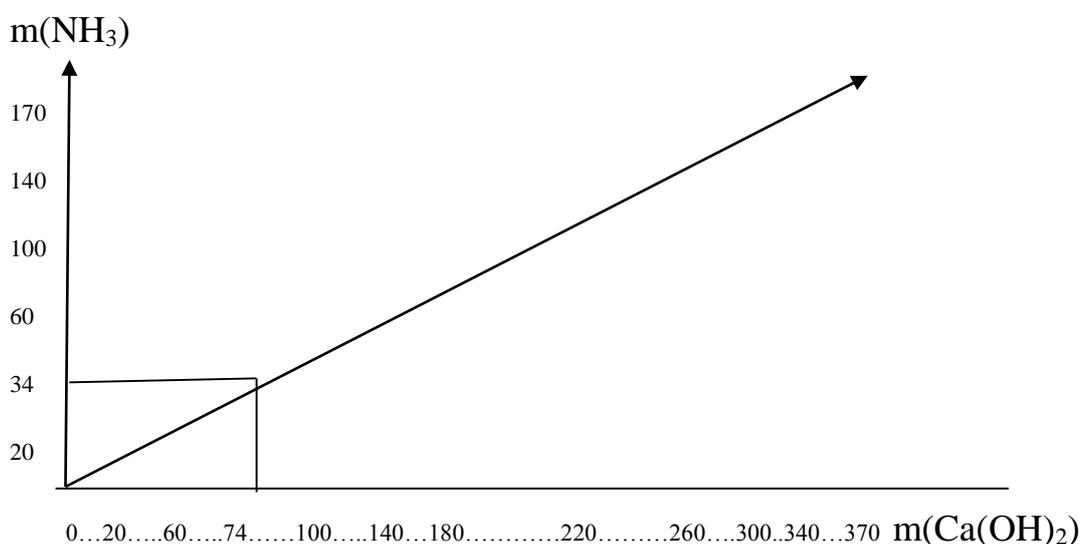
$$\frac{170 \text{ г} * 37 \text{ г}}{17 \text{ г/экв}} = 370 \text{ г.}$$



8-й способ (графическое решение)

Решение большинства задач по химическим уравнениям является в то же время решением линейного алгебраического уравнения, которое можно представить в виде графика. Для его построения достаточно двух значений величин:

$m(\text{NH}_3)$	0	34
$m(\text{Ca}(\text{OH})_2)$	0	74



Наносим соответствующие точки на систему координат и проводим прямую линию (см. рисунок). Пользуясь построенным графиком, можно находить как массы реагирующих веществ, так и продуктов реакции. Для решения задачи на оси ординат откладываем число 170, проводим прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с прямой функциональной зависимости. Из точки пересечения опускаем перпендикуляр на ось абсцисс и получаем точку, которая указывает величину массы гидроксида кальция, равную 370.

