

15. Решение расчетных задач

15.5. Масса (объем, количество вещества) продукта по реагенту в избытке или с примесями

Избыток и недостаток реагентов. Количества, массы и объемы (для газов) реагентов не всегда берутся стехиометрическими, т. е. в соответствии с уравнениями реакции. Чаще один из реагентов берется в *избытке*, а следовательно, другой реагент оказывается в *недостатке*. Избыток реагента участвовать в реакции не будет.

Для реакции $aA + bB = cC + dD$ определение реагентов, взятых в избытке и в недостатке, проводят по неравенству (А – в недостатке, В – в избытке):

$$\frac{n_A}{a} < \frac{n(\text{общ. В})}{b} = \frac{n_B + n(\text{изб. В})}{b},$$

где $n(\text{общ. В})$ – общее (взятое с избытком) количество реагента В, n_B – стехиометрическое (необходимое для реакции) количество В, $n(\text{изб. В})$ – избыточное количество В, причем

$$n(\text{изб. В}) = n(\text{общ. В}) - n_B.$$

Внимание! Расчет получаемых количеств (масс, объемов) продуктов проводят по реагенту в *недостатке*.

Степень чистоты вещества. Химические вещества никогда не бывают идеально чистыми, они всегда содержат в себе *примеси*.

Массовая доля вещества В в смеси, например А + В + С, – это отношение массы вещества В к массе смеси:

$$w_B = m_B / m(\text{см.}) = m_B / (m_A + m_B + m_C)$$

Сумма массовых долей всех веществ смеси равна 1 (100 %).

Если в смеси примесь присутствует в следовом (неопределяемом) количестве, то говорят о *практически чистом веществе*. Когда же в веществе имеется примесь в заметном (определяемом) количестве, то само вещество называют *основным* (его количество преобладает), а другое вещество – это и есть *примесь*.

Степень чистоты основного вещества В – это массовая доля этого вещества в навеске с определенной массой:

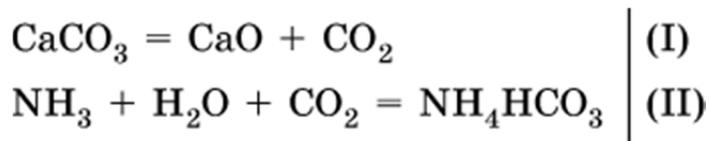
$$w_B = m_B / m(\text{см.}) = m_B / [m_B + m(\text{прим.})]$$

Природные вещества (минералы, руды) всегда содержат заметное количество примеси (примесей).

Пример решения задачи

Углекислый газ поглощается 10 %-ным раствором аммиака (плотность раствора 957 г/л) с образованием кислой соли. Предварительно CO_2 получают термическим разложением 5 кг известняка CaCO_3 (степень чистоты 60 %). Установите взятый объем (в литрах) раствора аммиака. *Элементы ответа.*

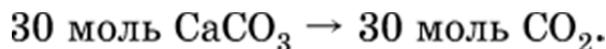
1) Составлены уравнения реакций:



2) Установлено количество основного вещества в известняке:

$$\begin{aligned} n(\text{CaCO}_3) &= \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{m(\text{известняк}) \cdot w(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \\ &= \frac{5000 \cdot 0,6}{100} = 30 \text{ моль CaCO}_3, \end{aligned}$$

и количество углекислого газа по уравнению (I):



3) Установлена масса затраченного аммиака по уравнению (II):

$$\begin{aligned} 30 \text{ моль CO}_2 &\rightarrow 30 \text{ моль NH}_3, \\ m(\text{NH}_3) &= M(\text{NH}_3) \cdot n(\text{NH}_3) = 30 \cdot 17 = 510 \text{ г NH}_3. \end{aligned}$$

4) Установлен объем взятого раствора аммиака:

$$\begin{aligned} V(\text{р-р NH}_3) &= \frac{m(\text{р-р NH}_3)}{\rho(\text{р-р NH}_3)} = \frac{m(\text{NH}_3)/w(\text{NH}_3)}{\rho(\text{р-р NH}_3)} = \frac{510/0,1}{957} = \\ &= 5,33 \text{ л раствора NH}_3. \end{aligned}$$

Задания для самостоятельного решения частей В, С

1. К 100 г 10 %-ного раствора хлорида кальция добавили 100 г 10 % – ного раствора AgNO_3 . Найдите массу (в граммах) осадка.

2. Смешали горячие растворы, содержащие по 33 г хлорида алюминия и сульфида калия. Установите объем (в литрах, н.у.) выделившегося газа.

3. Какой объем (в литрах, н.у.) хлора можно получить при взаимодействии 2 моль хлороводорода (взят в виде соляной кислоты) и 3 моль оксида марганца(IV)?

4. Через раствор, приготовленный из 2 г смеси $\text{NaCl} + \text{NaI}$ и 100 мл воды, пропустили 1 л (н.у.) хлора. Затем раствор выпарили и сухой остаток нагрели. Получили 1,78 г твердого вещества. Рассчитайте массовую долю (в %) хлорида в исходном растворе.

5. Вычислите объем (в литрах, н.у.) газа, полученного действием кипящей H_2SO_4 (конц.) на 292,5 г хлорида натрия, содержащего 20% инертных примесей.

6. После прокаливания 50 г минерала *тенорит* (CuO и инертные примеси) в токе водорода образуется металл и конденсируется вода объемом 8,1 мл. Определите степень чистоты (в %) этого минерала.

7. Установите массу (кг) технического алюминия (степень чистоты 98 %), требуемую для получения 64,22 кг хрома из оксида хрома (III).

8. Прокалили 32,1 г хлорида аммония с 55,5 г гидроксида кальция (содержит 20 % инертных примесей). Рассчитайте объем (в литрах, н.у.) собранного газа.

9. К 285 г нитрата натрия (содержит примесь хлорида магния) добавили раствор избытка нитрата серебра (I). Выпал осадок массой 86,1 г. Вычислите степень чистоты (в %) нитрата натрия.

10. Найдите массовую долю (в %) примеси NaHCO_3 в образце технической соды Na_2CO_3 ,

если после нагревания 10 г образца получено 9,69 г твердого остатка.

11. Смешали 20 г уксусной кислоты и 8,4 г питьевой соды NaHCO_3 . Определите объем (в литрах, н.у.) газа, собранного после окончания реакции.

12. На гидрирование 250 г смеси $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ затратили 16,8 л (н.у.) газа. Установите массовую долю (в %) предельной карбоновой кислоты в исходной смеси.

Ответы

1. 8,44 г AgCl . **2.** 6,72 л H_2S . **3.** 11,2 л Cl_2 . **4.** 1,6 % NaCl . **5.** 89,6 л HCl . **6.** 72 % CuO . **7.** 34,03 кг технического Al . **8.** 13,44 л NH_3 . **9.** 90 % NaNO_3 . **10.** 8,4 % NaHCO_3 . **11.** 2,24 л CO_2 . **12.** 15,4 % $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$.