М. А. Ахметов
ИПК ПРО, Ульяновск

Решение задач ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ с использованием таблиц

Правильный путь таков: усвой все, что сделали твои предшественники, и иди дальше.

Л. Толстой

Решения расчетных задач по химии, особенно повышенной трудности, можно оформлять в табличном виде. Такая форма существенно упрощает решение: уменьшается количество записей, все данные классифицируются и находятся непосредственно перед глазами, сокращается время, необходимое для решения задачи, легко просматриваются альтернативные способы решения задачи и проверки полученного результата. Рассмотрим решение задач некоторых типов.

РАСЧЕТ СОСТАВА СМЕСИ ПО ОБЩЕМУ СВОЙСТВУ СМЕСИ

Задача 1. *В каком объемном соотношении необходимо смешать водород и углекислый газ, чтобы получить газовую смесь, по плотности равную воздуху?*

Решим задачу, используя квадрат Пирса (правило креста). Для этого заполним таблицу:

Вещество	*M*	*M*(см.)	Диагональная разность	$V_1 : V_2$
H_2	2		15	5
Воздух		29		
CO_2	44		27	9

Согласно закону Авогадро, равные количества газов занимают равные объемы. Следовательно, если молярные массы газов равны, значит, равны и их плотности.

Найдем разницу в числах по диагонали: 2 – 29 = –27; 44 – 29 = 15. Отбросив минус, проставим их в соответствии с диагональю, по которой они были определены: 27 напротив CO_2, 15 напротив H_2.

Сократим дробь: $\frac{15}{27} = \frac{5}{9}$.

Ответ: углекислый газ и водород необходимо смешать в объемном соотношении 5 : 9.

Задача 2. *Природный хлор представлен двумя изотопами:* ^{35}Cl *и* ^{37}Cl. *Во сколько раз ядер* ^{35}Cl *больше, чем ядер* ^{37}Cl?

Заполним аналогичную таблицу:

Вещество	*M*	*M*(см.)	Диагональная разность	$V_1 : V_2$
^{35}Cl	35		1,5	3
Природный хлор		35,5		
^{37}Cl	37		0,5	1

Ответ: атомов хлора-35 в три раза больше, чем атомов хлора-37.

Задача 3. *Какие массы 96 %-ной и 10 %-ной серной кислоты необходимо взять для получения 400 г 40 %-ного раствора серной кислоты?*

Заполним таблицу:

Вещество	*w*, %	*w*(см.), %	Диагональная разность	$m_1 : m_2$	*m*
H_2SO_4	96		30	15	139,5
H_2SO_4		40			
H_2SO_4	10		56	28	260,5
Σ				43	400

Получим соотношение 30 : 56 и определим простейшее отношение масс. Оно рав-

н[illegible]: 28. Найдя сумму масс (Σ = 15 + 28 = = 43), пересчитаем ее, используя свойства пропорции, на 400 г.

Ответ: надо взять 139,5 г 96 %-ной и 260,5 г 10 %-ной серной кислоты.

Задача 4. *Определите массы 5 %-ного раствора сульфата меди(II) и медного купороса* $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, *которые необходимо взять для получения 100 г 10 %-ного раствора сульфата меди.*

Вещество	w, %	w(см.), %	Диагональная разность	$m_1 : m_2$	m
Исходный раствор сульфата меди(II)	5		54	54	91,5
Полученный раствор сульфата меди(II)		10			
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	64		5	5	8,5
Σ				59	100

Ответ: надо взять 91,5 г 5 %-ного раствора сульфата меди и 8,5 г медного купороса.

Задача 5. *Найдите массовую долю этанола в водном растворе спирта, в котором содержание кислорода как элемента составляет 50 %.*

Заполним таблицу:

Вещество	w(O), %	w(см.), %	Диагональная разность	$m_1 : m$	w, %
Этанол	35		39	39	72,2
Водный раствор этанола		50			
Вода	89		15	15	27,8
Σ				54	100

Ответ: массовая доля этанола равна 72,2 %.

Задача 6. *Определите объемную долю оксида серы(IV) в смеси с оксидом серы(VI), в которой на 5 атомов серы приходится 12 атомов кислорода.*

Обозначим количества оксидов серы как x и y.

Вещество	Число атомов S	Число атомов O	$\nu(SO_x)$	ν(S)	ν(O)	$\nu(SO_x)$	φ, %
SO_2	1	2	x	x	$2x$	3	60
SO_3	1	3	y	y	$3y$	2	40
Σ				$x + y$	$2x + 3y$	5	100

На основе полученных данных составим уравнение и решим его:

$$\frac{x + y}{2x + 3y} = \frac{5}{12}; \quad x = 3, y = 2.$$

Теперь заполним два последних столбца таблицы.

Ответ: мольная (для газов — и объемная) доля SO_2 составляет 3/5, а SO_3 — 2/5 (60 и 40 % соответственно).

Задача 7. *Найдите массовую долю формальдегида в формалине, в котором на 11 протонов приходится 9 нейтронов.*

Заполним таблицу, обозначив количество вещества формальдегида как 1, а количество вещества воды как y.

Вещество	Число p	Число n	ν	$\nu(p)$	$\nu(n)$	M	$m = \nu M$	w, %
CH_2O	16	14	1	16	14	30	30	25
H_2O	10	8	y	$10y$	$8y$	18	90	75
Σ				$16 + 10y$	$14 + 8y$		120	100

Решим полученное уравнение:

$$\frac{16 + 10y}{14 + 8y} = \frac{11}{9}.$$

Отсюда y = 5. Продолжим заполнение последних трех столбцов таблицы.

Ответ: массовая доля альдегида 25 %.

Задача 8. *Определите массу 10 л (н. у.) газовой смеси, в которой на 1 молекулу метана приходятся 2 молекулы этана, 3 молекулы пропана и 4 молекулы бутана.*

Объемы газов пропорциональны числу молекул.

Ответ: масса смеси 20 г.

Формула	M	V, л	$m = \frac{V \cdot M}{V_m}$	m(см.)
CH_4	16	1	16 : 22,4	$\frac{16 + 60 + 132 + 232}{22,4} = 20$ (г)
C_2H_6	30	2	60 : 22,4	
C_3H_8	44	3	132 : 22,4	
C_4H_{10}	58	4	232 : 22,4	
Σ		10	440 : 22,4	

РАСЧЕТЫ ПРИ УСЛОВИИ ИЗБЫТКА ОДНОГО ИЗ РЕАГЕНТОВ ИЛИ ОБРАТИМОСТИ РЕАКЦИИ

В таких задачах по количеству реагентов нельзя сразу определить количество продукта, а по количеству продукта — количество реагента. Если это задача «на избыток-недостаток», необходимо определить вещество, прореагировавшее полностью. Если в задаче речь идет об обратимой или незаконченной реакции, нужно определить количество вещества, вступившего в реакцию.

Задача 9. *Смешали 100 г 10 %-ного раствора гидроксида натрия и 100 г 10 %-ной соляной кислоты. Определите массу хлорида натрия, который образуется в результате этой реакции.*

Запишем уравнение реакции и подставим данные в таблицу:

		NaOH +	HCl =	NaCl +	H_2O
До реакции	m(р-ра), г	100	100		
	m(в-ва), г	10	10		
	M, г/моль	40	36,5	58,5	
	$\nu = \frac{m}{M}$, моль	0,25	0,27		
После реакции	ν, моль		0,02	0,25	0,25
	$m = M\nu$, г			14,6	

Ответ: образуется 14,6 г хлорида натрия.

Задача 10. *В реактор при 450 °C [illegible] и 1 моль азота и 5 моль водорода. Реакцию проводили при постоянной температуре, а за ходом реакции следили по манометру. Когда давление, в сравнении с первоначальным, снизилось на 20 %, реактор охладили. Определите выход аммиака.*

Запишем уравнение реакции и подставим данные в таблицу. Примем количество вступившего в реакцию азота за x, тогда количество вступившего в реакцию водорода (согласно уравнению реакции) будет равно $3x$, а образовавшегося аммиака — $2x$. В графе «Σ» укажем суммарное количество веществ до и после реакции. Начальное давление примем за 1, тогда конечное давление будет равно 0,8.

ν	N_2 +	$3H_2$ =	$2NH_3$	Σ	p
До реакции, моль	1	5	—	6	1
Вступ./образов.	x	$3x$	$2x$		
После реакции	$1 - x$	$5 - 3x$	$2x$	$6 - 2x$	0,8

Решение полученной пропорции

$$\frac{6}{6 - 2x} = \frac{1}{0,8}$$

даст значение $x = 0,6$. Отсюда получим значение выхода продукта реакции:

$$\eta = \frac{1,2}{2}, \text{ или } 60\ \%.$$

Ответ: выход аммиака составляет 60 %. ■

ПОПРОБУЙТЕ ТАК

(Окончание. Начало на с. 29, 43.)

Метаграммы

• В названии химического элемента замените букву *о* на конце на букву *а* и получите название специального органа, вырабатывающего специфические вещества, которые обеспечивают жизнедеятельность организма. (Железо — железа.)

• В названии химического элемента шестого периода замените первую букву на букву *г* и в результате получите название элемента четвертого периода. (Таллий — галлий.)

• В названии благородного металла замените первую букву на букву *д* и вы получите название столярного инструмента. (Золото — долото.)

Омонимы

• Какой химический элемент III группы Периодической системы носит название соснового леса? (Бор.)

• Какой химический элемент, исследованием которого Д. И. Менделеев рекомендовал заниматься особо тщательно, носит название планеты Солнечной системы? (Уран.) ■