

для студентов, обучающихся по направлению:
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Практическое занятие

РАСТВОРЫ

Вторушина Анна Николаевна

ТПУ - 2025

Способы выражения концентрации растворов

Молярная концентрация (C_M) – количество моль вещества А, содержащегося в 1 л раствора:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V},$$

где m – масса вещества, мг; M – молекулярная (молярная) масса вещества, г/моль; V – объем раствора, дм³

Формы записи: 0,1 М HCl или

$$C(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3 = 0,1 \text{ ммоль/см}^3$$

Способы выражения концентрации растворов

- **Моляльная концентрация (моляльность)** m_i – количество молей растворенного вещества в 1 кг (1000г) растворителя.
- Единицы измерения – моль/кг
- **Массовый процент** (процентная концентрация) w_i – количество грамм растворенного вещества в 100г раствора
- Единицы измерения – г/100г раствора

Способы выражения концентрации растворов

Массовая доля вещества (W) – это отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора или смеси веществ:

$$W = \frac{m_{\text{вещ}}}{m_{\text{общ}}} \cdot 100 \%$$

В количественном анализе **массовую долю** измеряют в процентах. Она характеризует содержание компонента в твердом веществе или растворе.

Способы выражения концентрации растворов

- **Мольная доля** x_i – отношение количества моль данного компонента к общему количеству моль всех компонентов раствора:

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n}$$

- Единицы измерения – безразмерная величина

Способы выражения концентрации растворов

Молярная концентрация эквивалента

$C_{Mэ}$ — показывает количество моль эквивалентов растворенного вещества, содержащихся в единице объема раствора. Единицы измерения - моль экв/л.:

$$C_n = \frac{n_{э\text{кв}}}{V} = \frac{m}{M_{э\text{кв}} \cdot V},$$

где $M_{э\text{кв}}$ — молярная масса эквивалента вещества.

$$M_{э\text{кв}} = M \times f_{э\text{кв}},$$

где $f_{э\text{кв}}$ — фактор эквивалентности, M — молярная масса.

Способы выражения концентрации растворов

Фактор эквивалентности (f) – это число, показывающее какая часть моля вещества равноценна одному иону водорода в кислотно-основной реакции или одному электрону в окислительно-восстановительной реакции.

Для кислотно-основных реакций:

$$f = \frac{1}{(H^+)},$$

где (H^+) – число ионов водорода, отдаваемое или присоединяемое одной молекулой или ионом.

Для окислительно-восстановительных реакций:

$$f = \frac{1}{z},$$

где z – число электронов, отдаваемое или присоединяемое одной молекулой или ионом в данной полуреакции.

Способы выражения концентрации растворов

Массовая концентрация – это отношение массы растворенного вещества к объему раствора (титр раствора).

Формы записи: в граммах на литр (г/л), миллиграммах на миллилитр (мг/мл) или граммах на миллилитр (г/мл).

Способы выражения концентрации растворов

Титр раствора (T) – это масса вещества, содержащегося в одном кубическом сантиметре или миллилитре раствора. Единицы измерения – г/см³ или г/мл;

$$T = \frac{m}{V}$$

Формы записи: $T(\text{HNO}_3) = 0,01232 \text{ г/см}^3$

Формулы пересчета концентрации растворов

Определяемая концентрация	Исходная концентрация			
	$\omega, \%$	c_M	c_H	T
Массовая доля $\omega, \%$	$\frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100$	$\frac{c_M \cdot M}{10 \cdot \rho}$	$\frac{c_H \cdot M \cdot f}{10 \cdot \rho}$	$\frac{T \cdot 100}{\rho}$
Молярная c_M , моль/л	$\frac{\omega \cdot 10 \cdot \rho}{M}$	моль/л	$c_H \cdot f$	$\frac{T \cdot 1000}{M}$
Молярная концентрация эквивалента c_H , моль экв/л	$\frac{\omega \cdot 10 \cdot \rho}{M \cdot f}$	$\frac{c_H}{f}$	моль экв/л	$\frac{T \cdot 1000}{M \cdot f}$
Титр T , г/мл	$\frac{\omega \cdot \rho}{100}$	$\frac{c_M \cdot M}{1000}$	$\frac{c_H \cdot M \cdot f}{1000}$	г/мл
Примечание	ρ – плотность раствора, г/см ³ ; f – фактор эквивалентности вещества; M – молярная масса вещества, г/моль; m – масса вещества, г			

Задание 1

- При 15°C 20%-ый раствор серной кислоты имеет плотность $\rho = 1,145$ г/мл. Рассчитать молярную концентрацию раствора.

Задание 2

- Навеска 20 г NaOH растворена в 230 г воды при 20°C. Плотность полученного раствора $\rho = 1,087 \text{ г/см}^3$. Вычислить молярную концентрацию, массовую долю (W%) NaOH в растворе.

Задание 3

Вычислить молярную концентрацию и титр раствора HCl , полученного при разбавлении 1:4 концентрированного раствора ($W=13,14\%$), $\rho = 1,0113 \text{ г/см}^3$.

Задание 4.

Рассчитать молярную концентрацию и титр раствора, полученного растворением 5,3080 г карбоната натрия в мерной колбе на 250 мл.

Задание 5.

Сколько миллилитров конц. H_2SO_4 ($\rho=1,49$ г/см³), содержащей 60% H_2SO_4 , нужно взять для приготовления 500 мл 0,1 М раствора?

При приготовлении разбавленных растворов из более концентрированных используют в расчетах математическое выражение закона эквивалентов:

$$(C_M \cdot V)_{\text{конц}} = (C_M \cdot V)_{\text{разб}}$$

Задание 6.

Рассчитать, какой объем 3 М H_2SO_4 следует прибавить к 1 л 0,6 М H_2SO_4 , чтобы получить 1,5 М раствор?

Используем закон эквивалентов:

$$Vx \cdot 3 + 1 \cdot 0,6 = 1,5(Vx + 1)$$

Отсюда находим Vx

$$Vx = 0,6 \text{ л}$$

Задание 7.

Сколько грамм щелочи, содержащей 96,5 % КОН и 3,5% индифферентных примесей, следует взять для приготовления 1 литра 0,1 М раствора щелочи.

Решение:

Найдем массу навески, считая, что вещество чистое (без примесей):

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} \quad \text{отсюда} \quad m = C \cdot M \cdot V = 0,1 \cdot 56 \cdot 1 = 5,6 \text{ г}$$

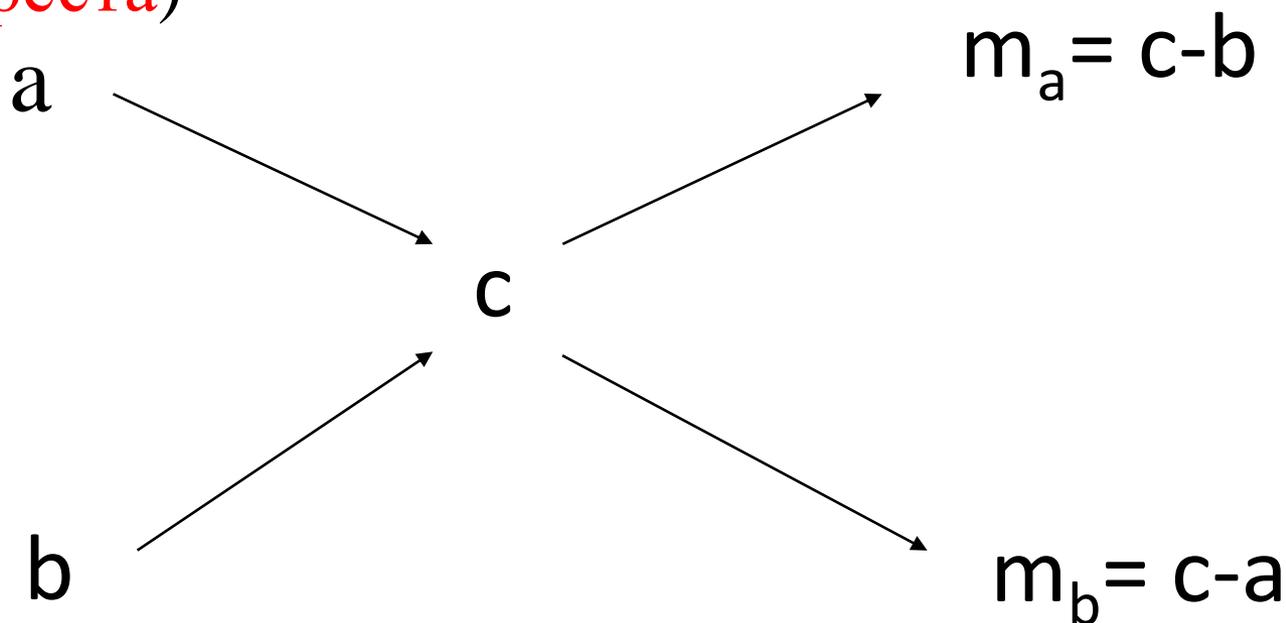
Найдем массу щелочи с учетом чистоты вещества. Для этого составим пропорцию:

$$\begin{array}{l} 5,6 \text{ г} \text{ ----- } 96,5\% \\ X \text{ г} \text{ ----- } 100\% \end{array}$$

$$m_x = 5,8 \text{ г}$$

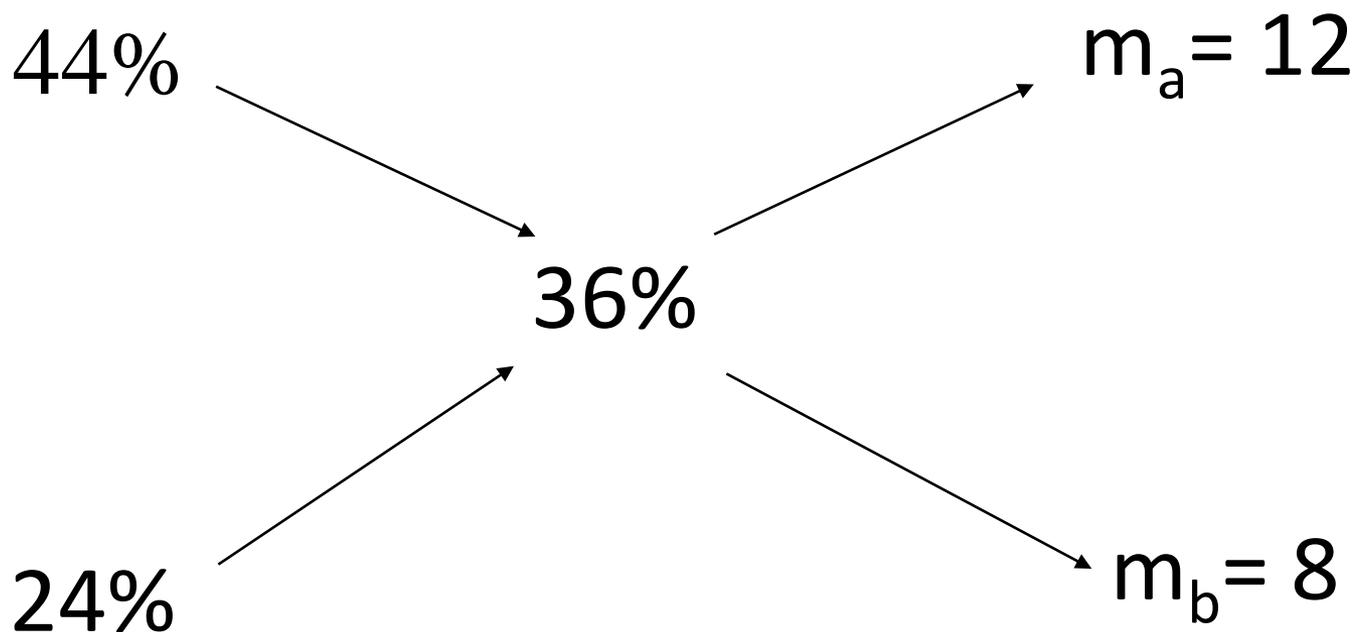
Задание 8.

Рассчитать, массу 44% и 24% растворов фосфорной кислоты H_3PO_4 необходимо взять для приготовления 100г 36% раствора H_3PO_4 (**правило креста**)



где m_a и m_b – весовые части исходных растворов

Решение:



Согласно правилу креста, для получения 100 г. 36% раствора необходимо взять 12 частей 44% раствора и 8 частей 24%. Одна массовая часть составляет $100/(12+8)=5$ г. Значит необходимо взять 60 г. 44% раствора и 40 г. 24 %.

Самостоятельная работа

- Выполнить в отдельной тетради в соответствии с вашим вариантом задания из файла ИДЗ1, представленного на перс.странице.