

Дисциплины читаемые кафедрой

- 1 Аналитическая химия и ФХМА.
- 2 Общая и неорганическая химия.
- 3 Органическая химия и основы биохимии.
- 4 Поверхностные явления и дисперсные системы.
- 5 Физическая химия.
- 6 Экология.
- 7 Инженерные расчеты физико-химических свойств веществ.
- 8 Промышленная экология.
- 9 Техническая химия. Химия нефти.
- 10 Общая химическая технология.
- 11 Процессы и аппараты химической технологии.
- 12 Системы управления химико-технологическими процессами.
- 13 Техническая термодинамика и теплотехника.
- 14 Моделирование в химической технологии и расчет реакторов.
- 15 Кинетика и катализ в промышленности.
- 16 Основы научных исследований и проектирования.
- 17 Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов.
- 18 Химическая технология топлива и углеродных материалов.
- 19 Технология нефти и природных газов

1 ИЕРАРХИЯ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

7 СОЦИАЛЬНЫЕ

7 Развитие общества
в пространстве и во времени

6 БИОЛОГИЧЕСКИЕ

6 Биологическое превращение вещества
в пространстве и во времени

5 ХИМИЧЕСКИЕ

5 Химическое превращение вещества
в пространстве и во времени

4 МАССООБМЕННЫЕ

4 Перемещение массы вещества
в пространстве и во времени

3 ТЕПЛОВЫЕ

3 Перемещение тепла
в пространстве и во времени

2 ГЕТЕРОГЕННЫЕ

2 Перемещение двух или более фаз
в пространстве и во времени

1 МЕХАНИЧЕСКИЕ

1 Перемещение тел в
пространстве и во времени



4 МАССООБМЕННЫЕ

4 Перемещение массы вещества
в пространстве и во времени

3 ТЕПЛОВЫЕ

3 Перемещение тепла
в пространстве и во времени

2 ГЕТЕРОГЕННЫЕ

2 Перемещение двух или более фаз
в пространстве и во времени

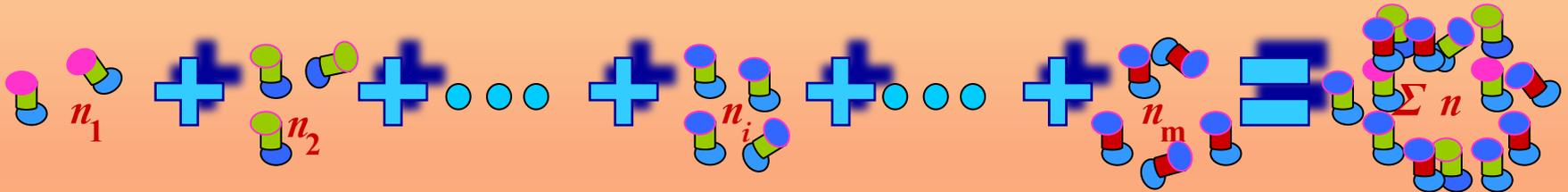
1 МЕХАНИЧЕСКИЕ

1 Перемещение тел в
пространстве и во времени

2. ВЫРАЖЕНИЕ СОСТАВОВ ФАЗ

2.1 Мольная доля

Обозначим через $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_m$ – количество молей соответственно $1, 2, \dots, i, \dots, m$ компонента в смеси.



То есть
$$n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_m = \Sigma n. \quad (2.1)$$

Поделим уравнение (2.1) на Σn , получим

$$n_1/\Sigma n + n_2/\Sigma n + \dots + n_i/\Sigma n + \dots + n_m/\Sigma n = 1. \quad (2.2)$$

Обозначим через

$$x_i = n_i/\Sigma n, \quad (2.3)$$

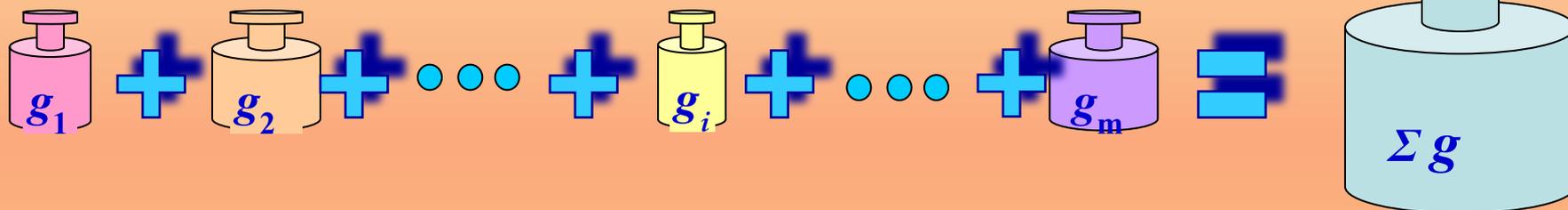
где x_i - мольная доля i -ого компонента в смеси.

Очевидно
$$x_1 + x_2 + \dots + x_i + \dots + x_m = 1. \quad (2.4)$$

2. ВЫРАЖЕНИЕ СОСТАВОВ ФАЗ

2.2 Массовая доля

Обозначим через $g_1, g_2, \dots, g_i, \dots, g_m$ – масса соответственно $1, 2, \dots, i, \dots, m$ компонента в смеси.



То есть
$$g_1 + g_2 + \dots + g_i + \dots + g_m = \Sigma g. \quad (2.5)$$

Поделим уравнение (2.5) на Σg , получим

$$g_1/\Sigma g + g_2/\Sigma g + \dots + g_i/\Sigma g + \dots + g_m/\Sigma g = 1. \quad (2.6)$$

Обозначим через

$$x_i^m = g_i / \Sigma g, \quad (2.7)$$

где x_i^m - массовая доля i -ого компонента в смеси.

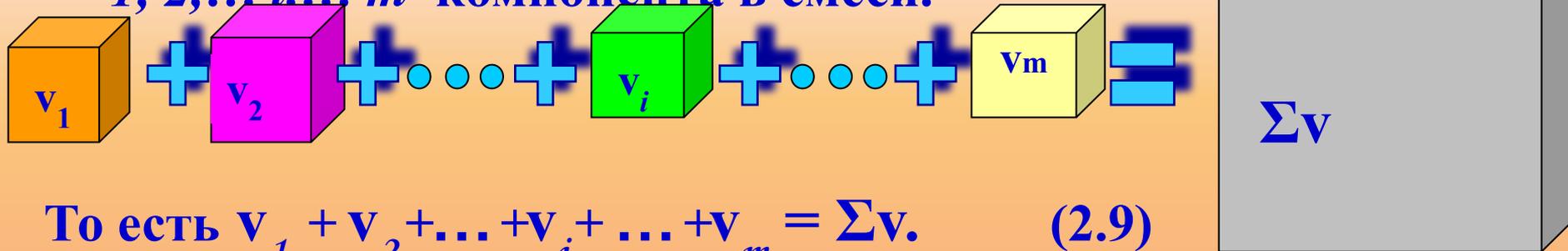
Очевидно
$$x_1^m + x_2^m + \dots + x_i^m + \dots + x_m^m = 1. \quad (2.8)$$

2 ВЫРАЖЕНИЕ СОСТАВОВ ФАЗ

2.3 Объёмная доля

Обозначим через $v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_m$ – объёмы соответственно

$1, 2, \dots, i, \dots, m$ компонента в смеси.



Поделим уравнение (2.9) на Σv , получим

$$\frac{v_1}{\Sigma v} + \frac{v_2}{\Sigma v} + \dots + \frac{v_i}{\Sigma v} + \dots + \frac{v_m}{\Sigma v} = 1. \quad (2.10)$$

Обозначим через

$$x_i^o = v_i / \Sigma v, \quad (2.11)$$

где x_i^o - объёмная доля i -ого компонента в смеси.

$$\text{Тогда } x_1^o + x_2^o + \dots + x_i^o + \dots + x_m^o = 1 \quad (2.12)$$

3 Пересчёт концентраций

ОБОСНОВАНИЕ

$$x_i = n_i / \sum n$$

Мольные доли используются при технологических расчётах, а технологические расчёты используют законы справедливые для мольных долей.

$$x_i^m = g_i / \sum g$$

Массовые доли используются при покупке и продаже сырья и продуктов.

$$x_i^o = v_i / \sum v$$

Объёмные доли используются при расчётах размеров технологического оборудования.

3 Пересчёт концентраций

3.1 Из мольных долей в массовые и обратно

Так как по уравнению (2.7) имеем

$$x_i^m = g_i / \Sigma g$$

Определим значение

$$g_i = M_i \cdot n_i$$

из

$$M_i = g_i / n_i$$

Подставим его в уравнение (2.7), предварительно,

поделив и помножив последнее на Σn

*Единица деленная на
молекулярную массу смеси*

$$x_i^m = \frac{g_i \cdot \Sigma n}{\Sigma g \cdot \Sigma n}$$

*Мольная доля i-го
компонента в смеси*

После преобразований получим пересчёт:

Из мольных долей в массовые

$$x_i^m = M_i \cdot x_i / M_{см} \quad (2.13)$$

и обратно

$$x_i = M_{см} \cdot x_i^m / M_i \quad (2.14)$$

3.1 Из мольных долей в массовые и обратно

3.1.1 Расчет молекулярной массы смеси при известной мольной доле для уравнения (2.13)

Так как

$$g_i = M_i \cdot n_i$$

, а

$$\Sigma g = g_1 + g_2 + \dots + g_i + \dots + g_n$$

То подставив их в

$$M_{\text{см}} = \Sigma g / \Sigma n$$

Получим

$$M_{\text{см}} = \Sigma (M_i \cdot n_i) / \Sigma n$$

Каждое n_i поделим на Σn , тогда

$$M_{\text{см}} = \Sigma (M_i \cdot (n_i / \Sigma n))$$

Или получим

$$M_{\text{см}} = \Sigma (M_i \cdot x_i) \quad (2.15)$$

3.1 Из мольных долей в массовые и обратно

3.1.2 Расчет молекулярной массы смеси при известной массовой доле для уравнения (2.14)

Так как

$$n_i = g_i / M_i, \quad \text{а} \quad \Sigma n = n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_n$$

То подставив их в

$$1/M_{\text{см}} = \Sigma n / \Sigma g,$$

получим

$$1/M_{\text{см}} = \Sigma (g_i / M_i) / (\Sigma g).$$

Каждое g_i поделим на Σg , тогда

$$1/M_{\text{см}} = \Sigma (g_i / (\Sigma g) / M_i)$$

получим

$$1/M_{\text{см}} = \Sigma (x_i^m / M_i)$$

или

$$M_{\text{см}} = 1 / \Sigma (x_i^m / M_i) \quad (2.16)$$

3 Пересчёт концентраций

3.2 Из объёмных долей в массовые и обратно

Так как по уравнению (2.7)

$$x_i^m = g_i / \Sigma g,$$

Определим значение

$$g_i = \rho_i \cdot v_i,$$

$$\rho_i = g_i / v_i,$$

Подставим его в уравнение (2.7), предварительно

поделив и помножив последнее на Σv

*Единица деленная на
плотность смеси*

$$x_i^m = \frac{\rho_i v_i \cdot \Sigma}{\Sigma g \cdot \Sigma v}$$

*Объемная доля i-го
компонента в смеси*

После преобразований получим пересчёт:

из объёмных долей в массовые

$$x_i^m = \rho_i \cdot x_i^o / \rho_{см} \quad (2.17)$$

и обратно

$$x_i^o = \rho_{см} \cdot x_i^m / \rho_i \quad (2.18)$$

3.2 Из объёмных долей в массовые и обратно

3.2.1 Расчет плотности смеси при известной объемной доле для уравнения 2.17

Так как

$$g_i = \rho_i \cdot v_i$$

, а

$$\Sigma g = g_1 + g_2 + \dots + g_i + \dots + g_n,$$

то подставив их в

$$\rho_{\text{см}} = \Sigma g / \Sigma v,$$

получим

$$\rho_{\text{см}} = \Sigma (\rho_i \cdot v_i) / \Sigma v.$$

Каждое v_i поделим на Σv , тогда

$$\rho_{\text{см}} = \Sigma (\rho_i \cdot (v_i / \Sigma v)),$$

или получим

$$\rho_{\text{см}} = \Sigma (\rho_i \cdot x_i^0)$$

(2.19)

3.2 Из объёмных долей в массовые и обратно

3.2.2 Расчет плотности смеси при известной массовой доле для уравнения 2.18

Так как

$$v_i = g_i / \rho_i$$

, а

$$\Sigma v = v_1 + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_n$$

То подставив их в

$$1/\rho_{\text{см}} = \Sigma v / \Sigma g_i$$

Получим

$$1/\rho_{\text{см}} = \Sigma (g_i / \rho_i) / \Sigma g$$

Каждое g_i поделим на Σg , тогда

$$1/\rho_{\text{см}} = \Sigma ((g / \Sigma g) / \rho_i)$$

Или получим

$$\rho_{\text{см}} = 1 / \Sigma (x_i / \rho_i)$$

(2.20)

Пример 3.1 к пересчёту концентраций

Смесь аммиака с воздухом имеет массовый состав y_i^m . Вычислить состав этой смеси в объемных и мольных долях, молекулярную массу смеси, а также плотность газа, если смесь находится при давлении 196,2 кПа и температуре 30 °С.

Компоненты	y_i^m	M_i	y_i^m / M_i	y_i	$\rho_i^0 = M_i / 22,4$	y_i^m / ρ_i^0	y_i^0
O ₂	0,211	32	0,0065938	0,1788	1,4286	0,1477	0,1788
N ₂	0,698	28	0,0249286	0,6760	1,2500	0,5584	0,6760
NH ₃	0,091	17	0,0053529	0,1452	0,7689	0,1199	0,1452
Σ	1,000		0,0368753	1,0000		0,8260	1,0000

Решение.

- 1 Мольную долю найдем из уравнения (2.14) с помощью уравнения (2.16).
- 2 Молекулярная масса газа равна $M_{см} = 1 / 0,0368753 = 27,1185$.
- 3 Для индивидуального компонента в газе $\rho_i^0 = M_i / 22,4$.
- 4 Объемную долю найдем по уравнению (2.18) с помощью уравнения (2.20).
- 5 Плотность смеси газа равна $\rho_{см}^0 = 1 / \Sigma(y_i^m / \rho_i^0) = 1,2106$
- 6 Плотность газа при условиях задачи равна $\rho_{см} = \rho_{см}^0 \cdot P / P_0 \cdot T_0 / T = 1,8457$