

# *Термодинамика и теплопередача*

**Идеальные газы**

- Уравнение Клапейрона:

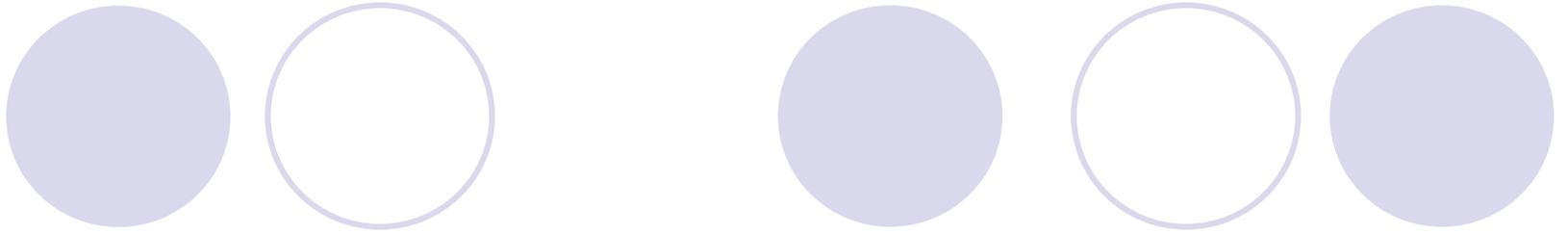
$$P\nu = RT$$

- Объединенный закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

- Для произвольного количества газа массой  $m$  уравнение состояния:

$$PV = mRT$$



Уравнение Менделеева-  
Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{\mu} R_{\mu} T$$

Отношение между газовыми  
постоянными:

$$R = \frac{R_{\mu}}{\mu}$$

# Смесь идеальных газов

- Общее давление смеси газов:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n = \sum P_i$$

- Объемные доли:

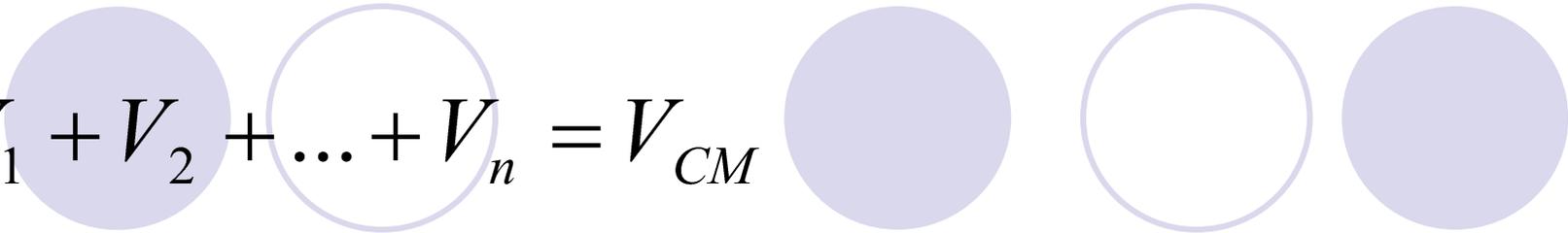
$$r_1 = \frac{V_1}{V_{см}} \quad r_2 = \frac{V_2}{V_{см}} \quad r_n = \frac{V_n}{V_{см}}$$

- Массовые доли:

$$m_1 = \frac{M_1}{M_{см}} \quad m_2 = \frac{M_2}{M_{см}} \quad m_n = \frac{M_n}{M_{см}}$$

- Мольные доли:

$$r'_1 = \frac{\nu_1}{\nu_{см}} \quad r'_2 = \frac{\nu_2}{\nu_{см}} \quad r'_n = \frac{\nu_n}{\nu_{см}}$$

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = V_{CM}$$


$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = M_{CM}$$

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = 1$$

$$m_1 + m_2 + \dots + m_n = 1$$

- **Связь между объемными и массовыми долями:**

$$m_1 = r_1 \mu_1 / \mu_{CM} \qquad m_n = r_n \mu_n / \mu_{CM}$$

# Молекулярная масса смеси:

$$\mu_{см} = \mu_1 r_1 + \mu_2 r_2 + \dots + \mu_n r_n$$

# Газовая постоянная смеси:

$$R_{см} = m_1 R_1 + m_2 R_2 + \dots + m_n R_n = R_\mu \left( \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} + \dots + \frac{m_n}{R_n} \right) = \frac{1}{\left( \frac{r_1}{R_1} + \frac{r_2}{R_2} + \dots + \frac{r_n}{R_n} \right)}$$

Удельная массовая теплоемкость смеси:

$$c_{см} = m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots + m_n c_n$$

Удельная объемная теплоемкость смеси:

$$C_{см} = r_1 c_1 + r_2 c_2 + \dots + r_n c_n$$

Удельная мольная теплоемкость смеси:

$$C_{см} = r'_1 c_1 + r'_2 c_2 + \dots + r'_n c_n$$