

Индивидуальные задания к лабораторной работе №5

По рассчитанному из хроматограммы объемному (мольному) составу газа, вычислить:

- состав газа в массовых единицах,
- молярную массу смеси газов,
- плотность смеси газов при нормальных и стандартных условиях тремя способами,
- относительную плотность смеси газов при нормальных и стандартных условиях,
- рассчитать и построить температурную зависимость плотности газа, считая его идеальным, при давлении 2 МПа и температурах 0, 10, 20, 40, 50 °С,
- рассчитать и построить температурную зависимость плотности газа, считая его реальным, при давлениях 2 и 20 МПа и температурах 0, 10, 20, 40, 50 °С,*
- сделать вывод по влиянию учета состояния (идеальный, реальный) газа на величину его плотности.

* – Температурные зависимости плотности для идеального и реального газов при давлении 2 МПа построить на одном графике.

Полученные результаты по расчету свойств газа представить в сводной табл. 1.

Таблица 1

Свойства исследованного газа

Свойства		Размерность	Значение
Плотность	при н.у.	кг/м ³	
	при с.у.	кг/м ³	
Относительная плотность		–	
Молекулярная масса		г/моль	

Расчет температурной зависимости плотности газа представить в виде отдельных таблиц (табл. 2, 3).

Таблица 2

Температурная зависимость плотности идеального газа

Давление смеси, МПа	Плотность смеси при н.у., кг/м ³	P ₀ , МПа	T ₀ , К	Температура смеси, °С	Температура смеси, К	Плотность, кг/м ³
2				0		
				10		
				20		
				40		
				50		

Таблица 3

Температурная зависимость плотности реального газа

Давление смеси, МПа	Плотность смеси при н.у., кг/м ³	P ₀ , МПа	T ₀ , К	Температура смеси, °С	Температура смеси, К	Z	Плотность, кг/м ³
2				0			
				10			
				20			
				40			
				50			
20				0			
				10			
				20			
				40			
				50			

Расчетная часть

Способы выражения состава смесей и связь между ними

Массовая доля – масса i -го компонента, отнесенная к общей массе системы:

$$g_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}. \quad (1)$$

Молярная (мольная) доля – число молей i -го компонента, отнесенное к общему числу молей в системе:

$$N_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}. \quad (2)$$

Моль – количество вещества в граммах, численно равное его молекулярной массе.

Число молей равно массе вещества m_i , деленной на молекулярную массу M_i :

$$n_i = \frac{m_i}{M_i}. \quad (3)$$

Тогда:

$$N_i = \frac{g_i}{M_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{M_i}}, \quad (4)$$

$$g_i = \frac{N_i \cdot M_i}{\sum_{i=1}^n (N_i \cdot M_i)}, \quad (5)$$

$$N_i = \frac{\rho_i \cdot v_i}{M_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\rho_i \cdot v_i}{M_i} \right)}. \quad (6)$$

Объемная доля – отношение объема i -го компонента в системе к общему объему системы:

$$v_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}. \quad (7)$$

Тогда:

$$g_i = \frac{\rho_i \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot v_i)}, \quad (8)$$

$$v_i = \frac{g_i}{\rho_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{\rho_i}}. \quad (9)$$

По закону Авогадро при одинаковых давлении и температуре 1 моль любого газа занимает одинаковый объем:

при н.у. – 273 К и 0,101 МПа – 22,414 л,

при с.у. – 293 К и 0,101 МПа – 24,055 л.

Отсюда для газовых смесей

$$v_i = N_i \quad (10)$$

объемный состав является и молярным составом.

Приложение

Таблица 4

Плотность и молекулярная масса газов

Газ	Плотность, кг/м ³ , при		Молекулярная масса, г/моль	Молярный объем при н.у., м ³ /кмоль
	0 °С	20 °С		
Метан	0,7172	0,6673	16	22,36
Этан	1,3548	1,2507	30	22,16
Пропан	2,0090	1,8342	44	21,82
Изобутан	2,6803	2,4176	58	21,75
Н-бутан	2,7010	2,4176	58	21,50
Изопентан	3,4531	3,0013	72	20,87
Н-пентан	3,4531	3,0013	72	20,87
Гексан	3,7484	3,5848	86	22,42
Гептан	4,4731	4,1680	100	22,42
Диоксид углерода	1,9767	1,8307	44	22,26
Сероводород	1,5358	1,4311	34	22,14
Оксид углерода	1,2499	1,1652	28	22,41
Водород	0,0898	0,0837	2	22,43
Азот	1,2501	1,1654	28	22,40
Гелий	0,1784	0,1664	4	22,42
Аргон	1,7843	1,6618	40	22,39

Таблица 5

Критические параметры газов

Газ	Критические параметры		
	Температура, К	Давление, МПа	Плотность, кг/м ³
Метан	190,77	4,626	163,5
Этан	306,33	4,871	204,5
Пропан	369,85	4,247	218,5
Изобутан	408,13	3,647	221,0
Н-бутан	425,16	3,796	226,1
Изопентан	460,39	3,381	236,0
Н-пентан	469,65	3,369	227,8
Гексан	507,35	3,013	234,0
Гептан	540,00	2,700	-
Диоксид углерода	304,20	7,381	468
Сероводород	373,60	9,007	359
Азот	126,26	3,398	311
Гелий	5,20	0,229	69,2