

Департамент образования города Москвы Государственное
Бюджетное

Профессиональное образовательное учреждение города
Москвы

<<Воробьёвы Горы>>

отделение среднего профессионального образования
<<Московский колледж профессиональных технологий>>

Презентация по дисциплине: <<Термогазодинамика>>

Практическая работа №2

Подготовил студент

Группы Ад-21

Бессонов Максим

Проверил:

Сайманин. А.С

Основные обозначения

m – масса (кг);

F – сила (Н);

s – площадь (м²);

V – объём (м³);

n – количество вещества (моль);

$M = m/n$ – молярная масса (кг/моль);

M_r – относительная молекулярная масса;

$V_m = V/n$ – молярный объём (м³/моль);

$\rho = m/V$ – плотность (кг/м³);

$v = V/m$ – удельный объём (м³/кг);

$p = F/s$ – давление (Н/м² = Па);

t – температура по термодинамической шкале Цельсия (°С);

T – температура по термодинамической шкале Кельвина (К); $T = t + 273$;

$R_0 = 8,3/M$ – удельная газовая постоянная (Дж/(кг · К));

$R = pV_m/T = 8,3$ Дж/(моль · К) – универсальная газовая постоянная;

$\omega = m_k / m_\Sigma$ – массовая доля компонента смеси;

$x = n_k / n_\Sigma$ – молярная доля компонента смеси.

Содержание

Основные понятия

Физическое тело (тело) – любой отдельно взятый предмет.

Рабочее тело – вещество, используемое для превращения теплоты в работу.

Масса (в технической термодинамике) m – характеристика инертных свойств тела (инертная масса). Инертность – свойство тел изменять свою скорость под действием внешних сил. *Единица массы* в системе СИ – *килограмм* (кг).

Сила тяжести – векторная величина – мера земного притяжения – сила, сообщаящая массе 1 кг ускорение 1 м/с². *Единица силы* в системе СИ – *Ньютон* (Н).

Вес тела – *сила*, с которой тело действует на горизонтальную опору или нить подвеса.

Количество вещества n – физическая величина, определяемая числом структурных частиц. *Единица количества вещества* в системе СИ – *моль*.

Моль – количество вещества, число структурных частиц которого равно числу атомов, содержащихся в *углероде* массой 0,012 кг.

Молярная масса M – величина, равная отношению массы к количеству вещества $M = m/n$. *Единица молярной массы* в системе СИ – (кг/моль).

$M = M_r/1000$, где M_r - **относительная молекулярная масса** - безразмерная величина (приложение 2).

Молярный объём V_m – равен отношению объёма, занимаемому веществом, к количеству вещества. $V_m = V/n$. *Единица молярного объёма* в системе СИ – (м³/моль).

Плотность вещества - $\rho = m/V$ – величина, равная отношению его массы к объёму. *Единица плотности* в системе СИ – (кг/м³).

Удельный объём вещества - $v = V/m$ - величина, равная отношению его объёма к его массе. *Единица удельного объёма вещества* в системе СИ – (м³/кг).

Давление $p = F/s$ – величина, равная отношению силы F , равномерно распределённой по нормальной к ней поверхности, к площади s этой поверхности. *Единица давления* в системе СИ – (Н/м²=Па).

Температура – мера средней кинетической энергии молекул.

t - температура по термодинамической шкале Цельсия ($^{\circ}\text{C}$);

T - температура по термодинамической шкале Кельвина (К); $T = t + 273$;

$$1 \text{ К} = 1 ^{\circ}\text{C}.$$

Чистое вещество – вещество, все молекулы которого одинаковы (кислород, азот, водород, углекислый газ и.т.д).

Смесь - вещество, состоящее из нескольких чистых веществ (газов), называемых *компонентами* смеси.

Массовая доля компонента смеси ω – это величина, равная отношению массы данного компонента к массе всей смеси.

Если смесь состоит из нескольких (n) компонентов, то $\omega_i = m_i / m$,

где $i = 1 \dots n$

ω_i - массовые доли компонентов смеси;

m_i – массы компонентов смеси;

m - масса смеси.

$$\Sigma m_i = m, \quad \Sigma \omega_i = 1$$

Молярная доля компонента смеси x – это величина, равная отношению количества вещества данного компонента к количеству вещества всей смеси.

Если смесь состоит из нескольких (n) компонентов, то $x_i = n_i/n$,
где $i = 1 \dots n$

x_i - молярные доли компонентов смеси;

n_i – количество вещества компонента смеси;

n - количество вещества смеси.

$$\Sigma n_i = n, \quad \Sigma x_i = 1$$

Соотношение между *массовыми* ω и *молярными* x долями

$$\omega_i/x_i = M_i/M$$

$$\omega_i = x_i M_i/M$$

$$x_i = \omega_i M/M_i$$

Молярная масса смеси равна сумме произведений молярных масс компонентов на их молярные доли.

$$M = \Sigma M_i x_i$$

или единице, делённой на сумму отношений массовых долей компонентов к их молярным массам.

$$M=1/\Sigma(\omega_i/M_i)$$

Закон Дальтона. Каждый из *компонентов* газовой смеси распространён во *всем пространстве*, занимаемом *газовой смесью* при *давлении*, какое он развивал бы, занимая *всё пространство* при *температуре* смеси.

Такое *давление* называется *парциальным*.

Давление газовой смеси

$$p=\Sigma p_i ,$$

где p_i – парциальное давление i -го компонента смеси.

Парциальное давление компонента газовой смеси $p_i=x_i p$.

Для газовой смеси по закону Дальтона справедливо:

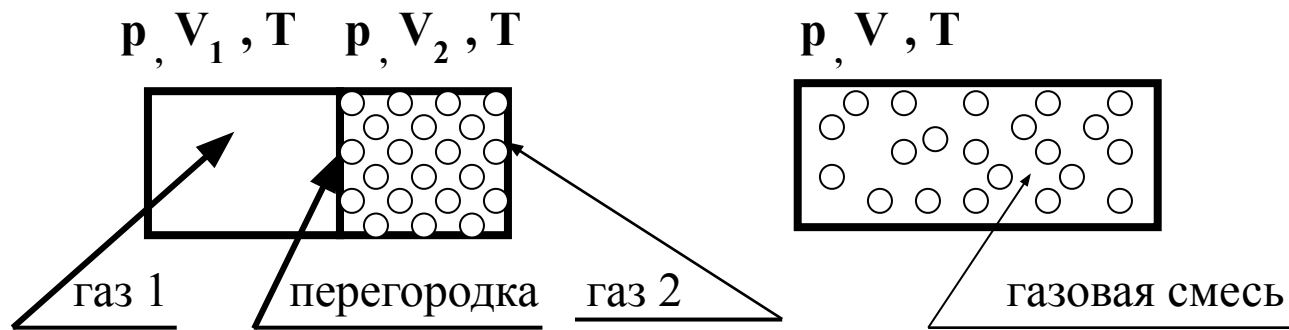
- 1) каждый **компонент** газовой смеси, имеет **температуру, равную температуре смеси**;
- 2) **объём** каждого **компонента** газовой смеси **равен объёму всей смеси**;
- 3) каждый **компонент** газовой смеси подчиняется своему **уравнению состояния**;

(уравнения Клайперона: $pV = \nu R T$ Менделеева: $pV_m = RT$).

- 4) смесь подчиняется **уравнению состояния**.

Объемная доля компонента газовой смеси - это **отношение приведенного объема компонента к объему всей смеси**.

Приведенный объем V_i - это **объем компонента** смеси при **температуре и давления смеси**.



Варианты практической работы №2

№	Газ 1	$V_1, \text{м}^3$	Газ 2	$V_2, \text{м}^3$
1	H_2	0,1	NH_3	1,0
2	CH_4	0,2	CO	0,9
3	NH_3	0,3	H_2	0,8
4	N_2	0,4	SO_2	0,7
5	ВОЗДУХ	0,5	CO	0,6
6	O_2	0,6	CH_4	0,5
7	CO_2	0,7	O_2	0,4
8	CO	0,8	ВОЗДУХ	0,3
9	SO_2	0,9	N_2	0,2
10	H_2	1,0	CH_4	0,1
11	CH_4	0,1	NH_3	1,0
12	NH_3	0,2	H_2	0,9
13	N_2	0,3	SO_2	0,8
14	ВОЗДУХ	0,4	CO	0,7
15	O_2	0,5	CO_2	0,6
16	CO_2	0,6	O_2	0,5
17	CO	0,7	ВОЗДУХ	0,4
18	SO_2	0,8	N_2	0,3
19	H_2	0,9	NH_3	0,2
20	CH_4	1,0	CO	0,1

2

CH₄

0,2

CO

0,9

Относительная молекулярная масса и плотность некоторых газов при нормальных физических условиях

Наименование газа	Химическая формула	Относительная молекулярная масса M_r		Плотность ρ_n , кг/м ³
		Точное значение	Округленное значение	
Водород	H ₂	2,01594	2	0,0899
Метан	CH ₄	16,04313	16	0,7168
Аммиак	NH ₃	17,03061	17	0,6614
Азот	N ₂	28,0134	28	1,2505
Воздух	-	28,96	29	1,2928
Кислород	O ₂	31,9988	32	1,4290
Углекислый газ	CO ₂	44,0079	44	1,9770
Окись углерода	CO	28,01055	28	1,2500
Сернистый газ	SO ₂	64,0628	64	2,9263

Удельные газовые постоянные некоторых газов и водяного пара

Газ	Химическая формула	Удельная газовая постоянная R_0 , Дж/(кг*К)	Газ	Химическая формула	Удельная газовая постоянная R_0 , Дж/(кг*К)
Водород	H ₂	4124,30	Углекислый газ	CO ₂	188,90
Метан	CH ₄	518,25	Окись углерода	CO	296,80
Аммиак	NH ₃	488,20	Сернистый газ	SO ₂	129,8
Азот	N ₂	296,80	Водяной пар	H ₂ O	461,50
Воздух	-	287,10			
Кислород	O ₂	259,80			

Приложение 3

Исходные данные.

Газ 1

CH₄.

Газ 2

CO.

Приведенный объем V₁

V₁ = 0,2 м³ .

Приведенный объем V₂

V₂ = 0,9 м³ .

Требуется.

Найти удельную газовую постоянную **R₀** смеси.

Решение.

Общий объем смеси

$$V = V_1 + V_2 = (0,2 + 0,9) \text{ м}^3 = 1,1 \text{ м}^3$$

Объемные (или молярные) доли компонентов

$$x_1 = V_1 / V = 0,2 / 1,1 = 0,181 ; \quad x_2 = V_2 / V = 0,9 / 1,1 = 0,819 ;$$

Контрольное уравнение:

$$x_1 + x_2 = 0,181 + 0,819 = 1$$

Молярная масса смеси

$$M = x_1 M_1 + x_2 M_2 = (0,181 \cdot 28,01 + 0,819 \cdot 16,04) \cdot 10^{-3} = 5,29389 + 13,13676 \cdot 10^{-3}$$

Удельная газовая постоянная смеси

$$R_0 = R/M = 8,3 / (13,13676 \cdot 10^{-3}) = 631,81 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

Контрольные вопросы к защите практической работы №2

1. Чем отличаются газовые смеси от химических соединений?
2. Что такое парциальное давление газа в смеси?
3. Что называется приведённым объёмом газа в смеси?
4. Что такое массовая доля газа в смеси?
5. Что такое молярная доля газа в смеси?

1) состав смесей переменный

2. Вещества смесей сохраняют свои свойства: (Например: -кислород и водород газы: - кислород поддерживает горение , в атмосфере кислорода лучше вспыхивает, железом притягивается магнитом)

Химические соединения:

1. Состав химических соединения не постоянен. (Например: для получения воды необходимо взять водород и кислород в соотношении **2:1**)

2. Вещества, образовавшие соединения свои свойства **НЕ СОХРАНЯЮТ**, так как получается химическое соединение с другими свойствами: (воды -жидкость, благодаря которой можно потушить огонь: оксид железа не притягивается магнитом)

<http://globuss24.ru>

2) Парциальное давление в газовой смеси. Мольная доля газов. Закон Дальтона (закон парциальных давлений).

Парциальное давление одного идеального газа в смеси разных идеальных газов по определению равно давлению, которое будет оказываться, если он одиночку занимает тот же объём при той же температуре как и вся смесь. Идея теории состоит в том, что молекулы идеального газа настолько далеки одна от другой, что они не мешают друг другу. Реально существующие газы очень близко подходят к этому идеалу.

Закон Дальтона: общее давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений каждого газа в смеси.

Например, дана смесь идеального газа из азота (N_2), водорода (H_2) и гелия (He), тогда:

$$P_{\text{смеси}} = P_{\text{азота}} + P_{\text{водорода}} + P_{\text{гелия}}$$

- где: $P_{\text{азота}}$ - парциальное давление азота
- $P_{\text{водорода}}$ - парциальное давление водорода
- $P_{\text{гелия}}$ - парциальное давление гелия

3) Объемной долей r_i данного газа называется отношение объема, который занимал бы данный газ при температуре и давлении смеси, к общему объему смеси:

$$r_i = \frac{V_i}{V_{\text{см}}}$$

где V_i – объем данного газа при $T_{\text{см}}$ и $P_{\text{см}}$, м³. Объем V_i называют парциальным объемом, это искусственно введенная величина, поскольку каждый газ, входящий в смесь, занимает весь объем смеси. Парциальный объем можно рассчитать по уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$V_i = \frac{m_i R_i T_{\text{см}}}{P_{\text{см}}}$$

<http://ispu.ru>

4) В состав воздуха входит несколько различных газов: кислород, [азот](#), углекислый газ, благородные газы, водяные пары и некоторые другие вещества. Содержание каждого из этих газов в чистом воздухе строго определено. Для того чтобы выразить состав смеси газов в цифрах, количественно, используют особую величину, которую называют объемной долей газов в смеси.

Объемную долю газа в смеси обозначают греческой буквой – «фи».

Объемной долей газа в смеси называют отношение объема данного газа к общему объему смеси:

$$\varphi(\text{газа}) = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})} \cdot 100\%.$$

5) Молярная доля - величина, которая характеризует отношение количества молей искомого вещества к общему количеству молей всех веществ, находящихся, например в растворе или смеси газов.