

# Газовые законы: технология решения задач

Асанова Лидия Ивановна

# Уравнение Клапейрона-Менделеева

**Уравнение Клапейрона-Менделеева** (уравнение состояния идеального газа):

$$pV = \nu RT, \quad \text{или} \quad pV = (m/M) RT,$$

где  $\nu$  – количество газа (в молях),

$R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К}) = 0,0821 \text{ л}\cdot\text{атм}/(\text{моль}\cdot\text{К})$  – универсальная газовая постоянная,

$m$  – масса газа,  $M$  – его молярная масса.

$$\nu = pV / (RT), \quad \text{или} \quad \nu = V / V_m,$$

где  $V_m = RT / p$  – молярный объем газа.

**При заданных температуре и давлении молярный объем одинаков для всех газов независимо от их химической природы.**

При *нормальных условиях* (давление  $p_0 = 1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$  и температура  $T_0 = 273,15 \text{ К} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) молярный объем газов равен:

$$V_m = RT_0 / p_0 = 8,314 \cdot 273 / 101,3 = \mathbf{22,4 \text{ л/моль}}.$$



**При расчётах  
важно учитывать:**

Если  $[p] = \text{Па}$ , то  $[V] = \text{м}^3$

Если  $[p] = \text{кПа}$ , то  $[V] = \text{л}$

# Следствия из уравнения Клапейрона-Менделеева — газовые законы

1) **Объединенный газовый закон:** для  $v = \text{const}$

$$PV / T = \text{const.}$$

Для одного моля газа постоянная в правой части уравнения равна *универсальной газовой постоянной*.

2) **Закон Авогадро:**

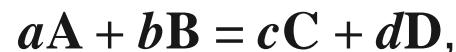
в равных объемах газов при заданных температуре и давлении содержится одинаковое число молекул. Объемы газов прямо пропорциональны их количествам:

$$V_1 / V_2 = \nu_1 / \nu_2.$$

3) **Закон объемных отношений:**

в газовых реакциях отношение объемов реагирующих веществ равно отношению соответствующих коэффициентов в уравнении реакции.

Для реакции вида



протекающей в газовой фазе, объемы реагирующих веществ связаны соотношением:

$$\frac{V(A)}{a} = \frac{V(b)}{b} = \frac{V(c)}{c} = \frac{V(d)}{d}$$

# Следствия из уравнения Клапейрона-Менделеева — газовые законы

**4) Относительная плотность двух газов.** Если для газов **A** и **B**  $V_1 = V_2 = V$ , следовательно, и  $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ , значит:

$$\frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{m(B)/V}{m(A)/V} = \frac{m(B)}{m(A)} = \frac{\nu \cdot M(B)}{\nu \cdot M(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}$$

**Относительная плотность газа B по газу A:**

$$D_A(B) = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}$$

**Средняя молярная масса газовой смеси.** Для смеси двух газов:

$$M_{\text{ср}} = m_{\text{общ}} / V_{\text{общ}} = \frac{\nu_1 \cdot M_1 + \nu_2 \cdot M_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{V_1 \cdot M_1 + V_2 \cdot M_2}{V_1 + V_2} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2$$

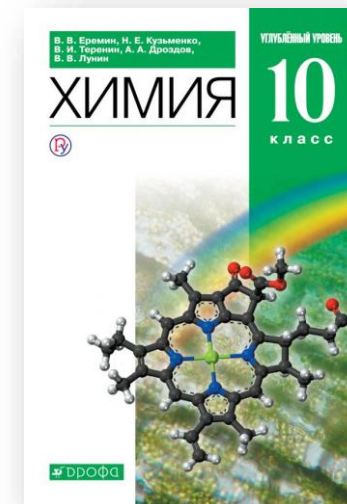
где  $V$  – объем газа,  $\varphi$  – его объемная доля в смеси.

- В газовых смесях молярная доля газов равна их объемным долям.
- Средняя молярная масса всегда больше, чем наименьшая из молярных масс газов в смеси, и меньше, чем наибольшая молярная масса:

$$M_{\text{min}} < M_{\text{ср}} < M_{\text{max}}$$

# Примеры задач

1. Какой объем кислорода требуется для сжигания 4 л этана? Какой объем углекислого газа при этом образуется?
2. Газовая смесь состоит из 40 л азота и 10 л аммиака. Сколько молекул азота приходится на одну молекулу аммиака в этой смеси? Сколько атомов азота приходится на один атом водорода?
3. Найдите среднюю молярную массу и плотность (при нормальных условиях) воздуха, имеющего объемный состав: 21,0%  $O_2$ , 78,0%  $N_2$ , 1,0% Ar.
4. Смесь гелия с неизвестным газом имеет среднюю молярную массу 3 г/моль. Определите этот газ и найдите его объемную долю в смеси.



## Расчеты по уравнениям реакций. Примеры задач

5. Смесь газов с плотностью по водороду 14 пропустили через водный раствор перманганата калия, при этом объем смеси уменьшился в 5 раз, а плотность не изменилась. Установите возможный качественный и количественный состав исходной смеси.
6. Определить формулу углеводорода, для сжигания 20 мл которого потребовалось 80 мл кислорода, а в результате реакции образовалось 60 мл углекислого газа. Объемы газов измерены при одинаковых условиях.
7. Смесь азота и водорода, которая в 1,8 раза тяжелее гелия, поместили в реактор для синтеза аммиака. После завершения реакции давление в реакторе упало на 10 %. Вычислите выход аммиака и состав полученной смеси в объемных процентах, если реакция протекает в изотермических условиях.

## Расчеты по уравнениям реакций. Примеры задач

8. К 50 мл смеси CO и CH<sub>4</sub> добавили 60 мл O<sub>2</sub> и смесь взорвали. После конденсации паров воды и приведения газов к исходным условиям объем их составил 70 мл. Определите содержание CO и CH<sub>4</sub> (в объемных процентах) в исходной газовой смеси.
9. К 30 л смеси, состоящей из этана и аммиака, добавили 10 л хлороводорода, после чего плотность газовой смеси по воздуху стала равна 0,945. Определите объемные доли газов в исходной смеси.
10. Плотность по водороду газовой смеси, состоящей из этена и паров воды, равна 11. После пропускания этой смеси через контактный аппарат для синтеза этанола ее плотность по водороду стала равна 15. Определите объемную долю паров этанола в реакционной смеси и процент превращения этилена в этанол.

## Расчеты по уравнениям реакций. Примеры задач

11. Смесь формальдегида и водорода имеет плотность по гелию 2,25. Эту смесь пропустили над нагретым катализатором, а затем охладили до  $0^{\circ}\text{C}$ , после чего ее плотность по гелию составила 1,5. Определите выход продукта реакции.
12. Смесь бутана, ацетилена и водорода имеет плотность по водороду 12. После пропускания смеси через склянку с бромной водой плотность газовой смеси по водороду составила 8. Определите объемные доли газов в исходной газовой смеси.



## Расчеты по уравнениям реакций. Примеры задач

---

13. Один моль аммиака поместили в сосуд объемом 20 л и нагрели до температуры 550 °С, после чего давление в сосуде составило 547,4 кПа. Определите процент разложения аммиака.
14. Уксусную кислоту массой 4,20 г поместили в сосуд объемом 5,70 л и нагрели до температуры 210 °С. Давление паров при этом составило 28,2 кПа. Определите объемную долю димера уксусной кислоты в указанных условиях.

# САЙТ КОРПОРАЦИИ «РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК»

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПО ПРЕДМЕТУ

Интернет-магазин Где купить Контакты Дистанционное обучение Аудио Новости ЛЕКТА [Мой личный кабинет](#)

российский учебник Методическая помощь по предмету Вебинары Каталог Поиск

### Методическая помощь

Выберите тип методической помощи

Вебинары	Внеурочная деятельность (конкурсные работы)	Из опыта педагогов
Конкурсы и акции	Конференции, форумы и фестивали	Курсы повышения квалификации
Методические пособия	Методический семинар	Наглядные и раздаточные материалы
Познавательные игры	Презентации к урокам	Рабочие программы
Рабочие программы, разработанные педагогами	Разработки уроков (конспекты уроков)	Статьи

### Проекты

Выберите тип методической помощи, чтобы посмотреть материалы и мероприятия по предмету или уточните УМК.

Закреть

[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru), [росучебник.рф](http://rosuchebnik.ru)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2  
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр  
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)  
[metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?



Официальный интернет-магазин  
учебной литературы [book24.ru](http://book24.ru)



ЛЕСТА

Цифровая среда школы  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

## Хотите продолжить общение?



[youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)



[fb.com/rosuchebnik](https://fb.com/rosuchebnik)



[vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)



[ok.ru/rosuchebnik](https://ok.ru/rosuchebnik)

---

# Спасибо за внимание!

Асанова Лидия Ивановна  
[asanovali@yandex.ru](mailto:asanovali@yandex.ru)

910-391-46-47