

# ***Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы***

Учитель физики  
МОУ «СОШ № 76»  
города Саратова  
Коковина В.П.

# Цели урока

## **Образовательная:**

сформировать умения

описывать состояние термодинамической системы

данной массы газа с помощью трех макроскопических

параметров: давления, объема, температуры;

объяснять газовые законы с молекулярной точки зрения

## **Развивающая:**

развитие мыслительной деятельности: умения

анализировать, обобщать, классифицировать

## **Воспитательная:**

формирование мировоззрения: понятия не изолированы

друг от друга, а представляют определенную систему

знаний, все звенья которой находятся во взаимной связи

# *Задачи урока*

## ***Знать:***

уравнение Менделеева-Клайперона;  
уравнения и графики изопроцессов

## ***Уметь:***

изображать изопроцессы графически в  
различных координатных осях;  
использовать газовые законы для  
объяснения тепловых явлений

- Тестирование

1 вариант

2 вариант

3 вариант

4 вариант

- Уравнение состояния идеального газа

- Задача

- Для чего нужно уравнение состояния?

- Газовые законы. Изопроеессы

- Изотермический процесс

- Изобарный процесс

- Изохорный процесс

- Самостоятельная работа

- Ответы

- Домашнее задание

## Вариант 1

1. Масса газообразного водорода в сосуде равна 2 грамма. Сколько примерно молекул водорода находится в сосуде?

А.  $10^{23}$  Б.  $2 \cdot 10^{23}$  В.  $6 \cdot 10^{23}$  Г.  $12 \cdot 10^{23}$  Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

2. Как изменится давление идеального газа при увеличении концентрации его молекул в 3 раза, если средняя квадратичная скорость молекул останется неизменной?

А. Увеличится в 2 раза. Б. Увеличится в 3 раза. В. Останется неизменной. Г. Уменьшится в 3 раза. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

3. Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения молекул идеального газа при увеличении абсолютной температуры газа в 3 раза?

А. Увеличится в 3 раза. Б. Увеличится в 2 раза. В. Увеличится в 4,5 раза Г. Увеличится в 9 раз. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

4. В первом сосуде находится азот, во втором - водород. Чему равно отношение давления  $p_1$  азота к давлению  $p_2$  водорода при одинаковых значениях концентрации молекул и температуры.

А. 1 Б. 14 В.  $1/14$  Г. Отношение  $p_1/p_2$  может иметь различные значения. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. Какое примерно значение температуры по шкале Цельсия соответствует температуре 200К по абсолютной шкале.

А.  $-473^\circ\text{C}$  Б.  $-73^\circ\text{C}$  В.  $73^\circ\text{C}$  Г.  $473^\circ\text{C}$

Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

## Вариант 2

1. В сосуде находится 2 моль гелия. Сколько примерно атомов гелия в сосуде?  
А.  $10^{23}$  Б.  $2 \cdot 10^{23}$  В.  $6 \cdot 10^{23}$  Г.  $12 \cdot 10^{23}$  Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

2. Как изменится давление идеального газа, если при неизменной концентрации средняя квадратичная скорость молекул увеличится в 3 раза?

А. Увеличится в 9 раз. Б. Увеличится в 6 раз. В. Увеличится в 3 раза.  
Г. Останется неизменной. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

3. При нагревании идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения молекул увеличится в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?

А. Увеличилась в 2 раза. Б. Увеличилась в 4 раза. В. Увеличилась в 6 раз. Г. Увеличилась в 16 раз. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

4. В двух сосудах одинакового объема находятся разные газы при одинаковой температуре, в первом сосуде – водород, во втором кислород. Чему равно отношение числа молекул водорода к числу молекул кислорода, если давление газов одинаково.

А. 1. Б. 16. В.  $1/16$ . Г. Отношение может иметь различное значение. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. Какое примерно значение температуры по шкале Цельсия соответствует температура  $100\text{K}$  по абсолютной шкале?

А.  $-373^\circ\text{C}$ . Б.  $-173^\circ\text{C}$ . В.  $+173^\circ\text{C}$ . Г.  $+373^\circ\text{C}$ .  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

### Вариант 3

1. Масса газообразного гелия в сосуде равна 4 граммам. Сколько гелия находится в сосуде?

А.  $10^{23}$     Б.  $4 \cdot 10^{23}$     В.  $6 \cdot 10^{23}$     Г.  $12 \cdot 10^{23}$     Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

2. Как изменится давление идеального газа, если при неизменной концентрации средняя кинетическая энергия молекул увеличится в 3 раза?

А. Увеличится в 9 раз.    Б. Увеличится в 6 раз.    В. Увеличится в 3 раза.  
Г. Останется неизменной.    Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

3. При нагревании идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения молекул увеличилась в 2 раза. Как при этом изменилась абсолютная температура газа?

А. Увеличилась в 4 раза.    Б. Увеличилась в 2 раза.    В. Увеличилась в 3 раза.  
Г. Увеличилась в 4,5 раза.    Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

4. В одном сосуде находится гелий, в другом – водород, концентрация молекул газов в сосудах одинакова. Какое из приведенных ниже соотношений для температуры гелия  $T_1$  и водорода  $T_2$  справедливо, если давления газов одинаковы?

А.  $T_1 < T_2$ .    Б.  $T_1 > T_2$ .    В.  $T_1 = T_2$ .    Г. Возможны все случаи А-В.  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. Какое примерно значение температуры по шкале Цельсия соответствует температуре 300К по абсолютной шкале?

А.  $-573^\circ\text{C}$ .    Б.  $-27^\circ\text{C}$ .    В.  $27^\circ\text{C}$ .    Г.  $573^\circ\text{C}$ .  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

#### Вариант 4

1. В сосуде находится 0,5 моль водорода. Сколько примерно молекул водорода в сосуде?

**А.**  $0,5 \cdot 10^{23}$  **Б.**  $10^{23}$  **В.**  $3 \cdot 10^{23}$  **Г.**  $6 \cdot 10^{23}$  **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

2. Как изменится давление идеального газа, если при неизменной концентрации абсолютная температура газа увеличится в 3 раза?

**А.** Увеличится в 9 раз. **Б.** Увеличится в 6 раз. **В.** Увеличится в 3 раза. **Г.** Останется неизменным. **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

3. Как изменится средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа при увеличении абсолютной температуры в 4 раза?

**А.** Увеличится в 2 раза. **Б.** Увеличится в 4 раза. **В.** Увеличится в 6 раз. **Г.** Увеличится в 16 раз. **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

4. В первом сосуде находится кислород, во втором водород. Чему равно отношение давления кислорода к давлению водорода при одинаковых значениях концентрации молекул и температуры?

**А.** 16. **Б.** 1. **В.**  $1/16$ . **Г.** 4. **Д.**  $1/4$

5. Какое примерно значение температуры по шкале Цельсия соответствует температуре 400К по абсолютной шкале?

**А.**  $-637^\circ\text{C}$ . **Б.**  $-127^\circ\text{C}$ . **В.**  $+127^\circ\text{C}$ . **Г.**  $+673^\circ\text{C}$ . **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.



# Ответы

<b>Вариант</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>В</b>	<b>Б</b>	<b>А</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>
<b>2</b>	<b>Г</b>	<b>А</b>	<b>Г</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>
<b>3</b>	<b>В</b>	<b>В</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>В</b>
<b>4</b>	<b>В</b>	<b>В</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>

Меню

# Уравнение состояния идеального газа

$$p = nkT = \frac{N}{V} kT$$

$$N = \nu N_A$$

$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$p = \frac{1}{V} \frac{m}{M} N_A kT$$

$$R = kN_A$$

$$R = 1,38 * 10^{-23} \text{ Дж/К} * 6,02 * 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/(моль * К)}$$

универсальная газовая постоянная

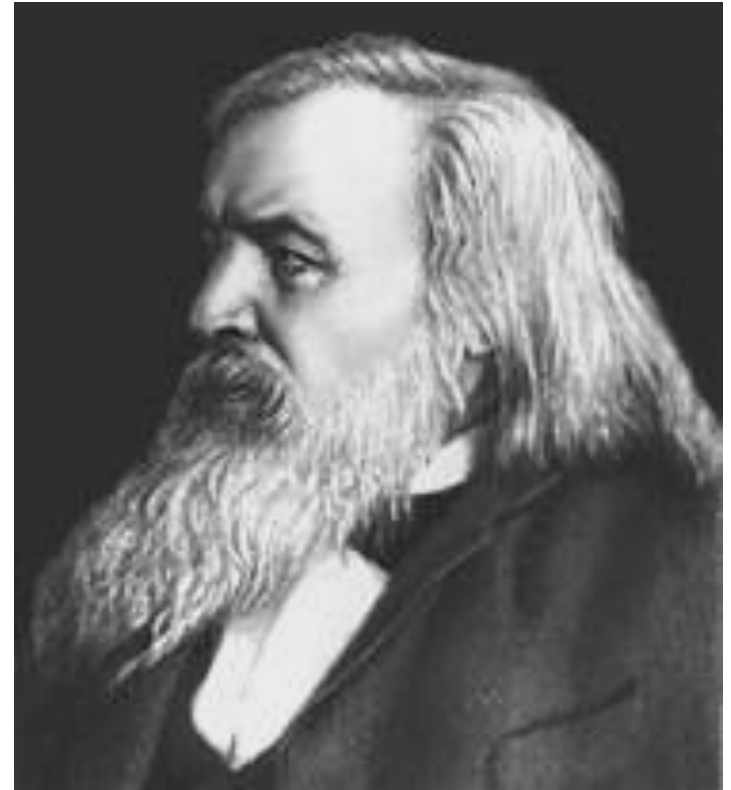
$$pV = \frac{m}{M} RT$$

уравнение состояния для произвольной массы идеального газа, полученное Д.И. Менделеевым

[Вперед](#)

# *Дмитрий Иванович Менделеев*

Великий русский ученый, создатель периодической системы элементов — одного из самых глубоких обобщений в науке. Д.И.Менделееву принадлежат важнейшие работы по теории газов, взаимным превращениям газов и жидкостей



1834 - 1907

[Вперед](#)

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

уравнение состояния, полученное Б.  
Клапейроном при условиях  $m=\text{const}$ ,  $M=\text{const}$

$p_1, V_1, T_1$  - параметры, характеризующие первое состояние

$p_2, V_2, T_2$  - параметры, характеризующие второе состояние

[Вперед](#)

# *Бенуа Поль Эмиль Клапейрон*



Французский физик,  
член Парижской АН  
Окончил  
Политехническую  
школу в Париже(1818)  
В 1820–1830 работал  
в Петербурге в  
институте инженеров  
путей сообщения

1799 - 1864

Меню

## Задача

Определить недостающие параметры

m, кг	M, кг\моль	p, Па	V, м <sup>3</sup>	T, К
?	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^6$	0,83	300
2,4	$4 \cdot 10^{-2}$	?	0,4	200
0,3	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$8,3 \cdot 10^5$	?	280
0,16	$4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^4$	0,83	?

Ответ

$m=16$  кг;  $P=249300$  Па;  $V=0,03$  м<sup>3</sup>;  $T=150$  К

Меню

## *Знать уравнение необходимо при исследовании тепловых явлений, а конкретно...*

- Уравнение позволяет определить одну из величин, характеризующих состояние, если известны две другие величины;
- Зная уравнение состояния, можно сказать, как протекают в системе процессы при определённых внешних условиях;
- Зная уравнение состояния, можно определить, как меняется состояние системы, если она совершает работу или получает теплоту от окружающих тел

Количественные зависимости между

- двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют *газовыми законами*.

Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют *изопроцессами*





Р. Бойль

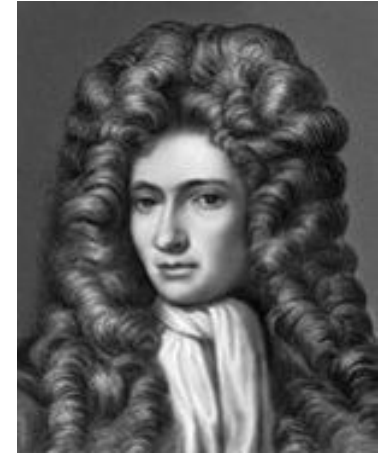
## Изотермический процесс



$$T = \text{const}$$



$$pV = \text{const}$$



Э. Мариотт

## Закон Бойля – Мариотта

**Для газа данной массы произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не меняется**

Закон Бойля-Мариотта справедлив для любых газов

Зависимость давления газа от объема при постоянной температуре графически изображается кривой, называемой изотермой. Изотерма газа изображает обратно пропорциональную зависимость между давлением и объемом. Разным постоянным температурам соответствуют различные изотермы

Меню

Изобарный процесс

$$p = \text{const}$$

$$V / T = \text{const}$$



## Закон Гей-Люссака

**Для газа данной массы отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется**

Объем газа линейно зависит от температуры при постоянном давлении. Эта зависимость графически изображается прямой, называемой изобарой. Различным давлениям соответствуют разные изобары.

Меню

Изохорный процесс



$$V = \text{const}$$



$$p / T = \text{const}$$



## Закон Шарля

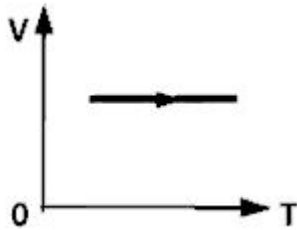
**Для газа данной массы отношение давления к температуре постоянно, если объем не меняется**

Давление газа линейно зависит от температуры при постоянном объеме. Эта зависимость графически изображается прямой, называемой изохорой. Различным объемам соответствуют разные изохоры.

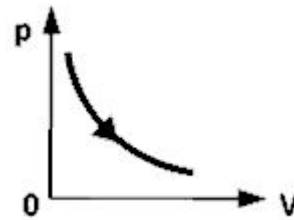
Меню

# 1. К каждому графику подберите соответствующее название изо процесса

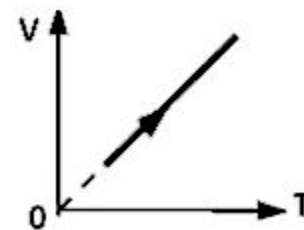
А.



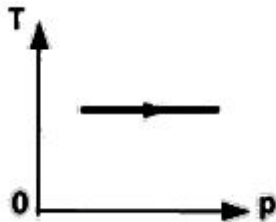
Б.



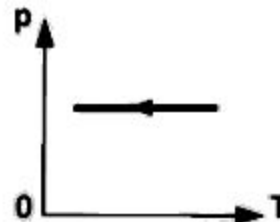
В.



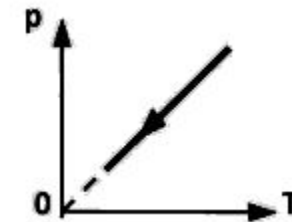
Г.



Д.



Е.

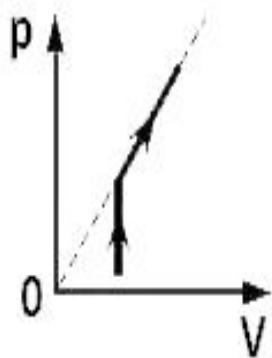


1. Изохорное охлаждение
2. Изобарное охлаждение
3. Изобарное нагревание
4. Изотермическое сжатие
5. Изохорное нагревание
6. Изотермическое расширение

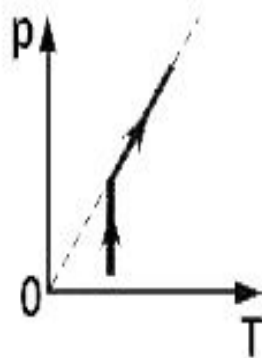
[Вперед](#)

2. Один моль разряженного газа сначала изотермически расширяется, а затем изобарно нагревается. На каком из рисунков изображен график этих процессов?

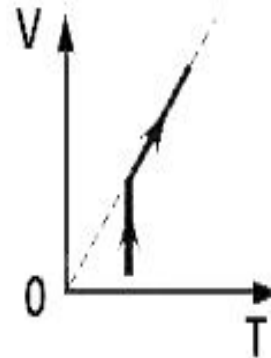
А.



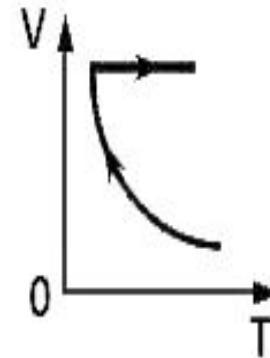
Б.



В.

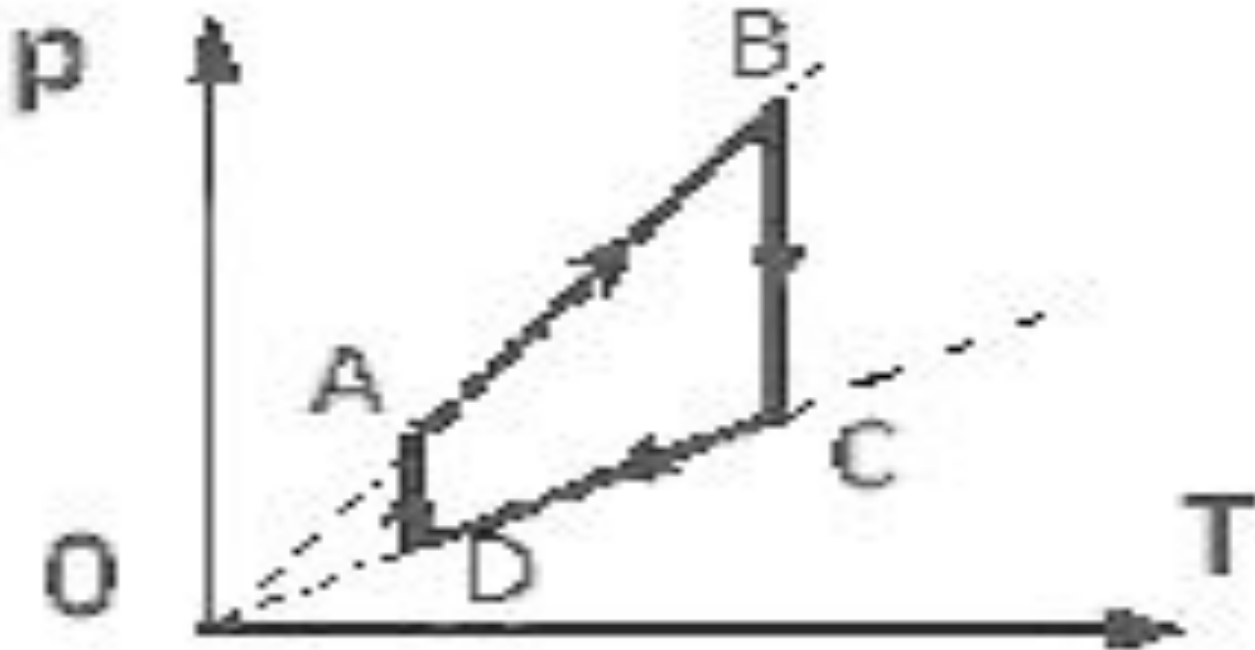


Г.



[Вперед](#)

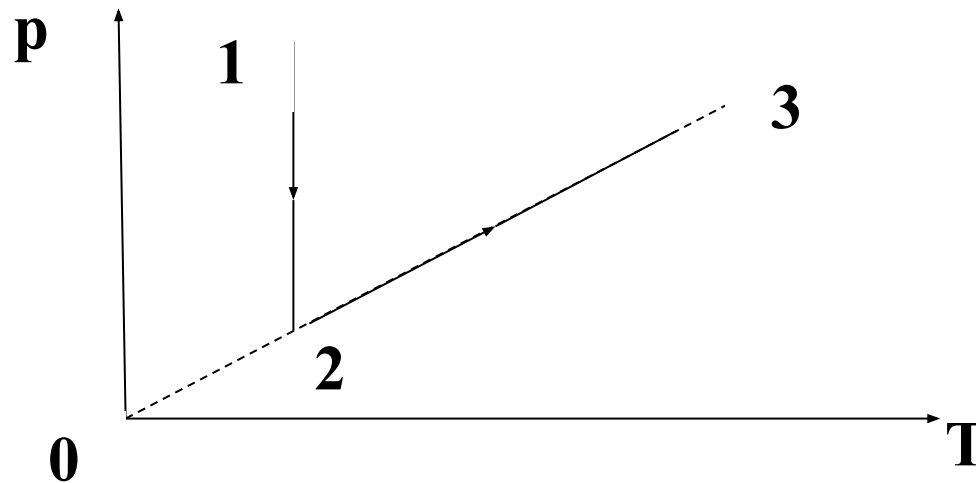
3. На рисунке приведен цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изотермическому сжатию соответствует участок...



1. AB    2. BC    3. CD    4. DA

[Вперед](#)

4. На рисунке графически изображен процесс изменения состояния определенной массы газа:
- а) напишите уравнение процесса 2-3
  - б) изобразите эти процессы в системе координат  $(p; V)$



[Вперед](#)

**5. Пустую герметически закрытую стеклянную бутылку поставили на балкон. Какой процесс происходит с воздухом в бутылке при похолодании на улице?**

1. изобарное охлаждение
2. изотермическое сжатие
3. изохорное охлаждение



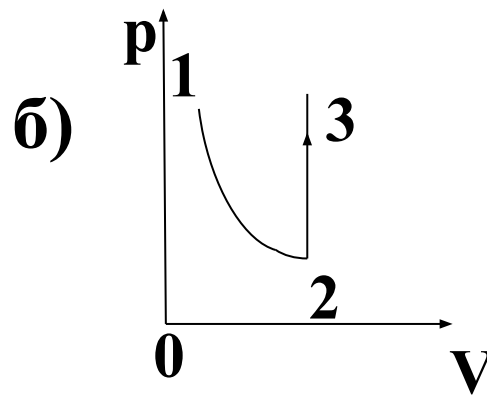
# Ответы

	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>	<b>Е</b>
<b>1.</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

**2. В**

**3. DA**

**4. а)**  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$



**5. 3**

*Домашнее задание*

**§ 70,71, упр. 13 (3, 8, 9)**

***Спасибо за урок!***

Меню