

Урок в 10 классе

# ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

**АВТОР: ГАЙНУТДИНОВА С.З. УЧИТЕЛЬ ФИЗИКИ  
МАОУ «Гимназия №139» Г. КАЗАНИ**

# ПОВТОРИМ

1. ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ИДЕАЛЬНЫМ ГАЗОМ?

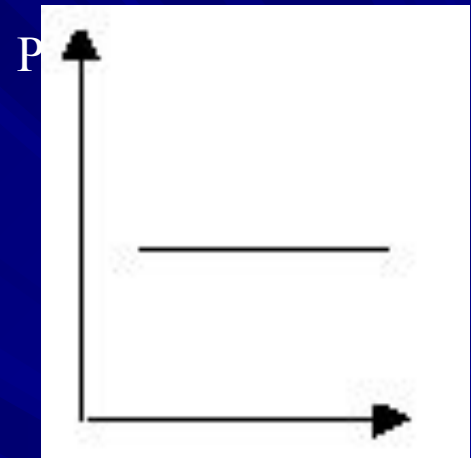
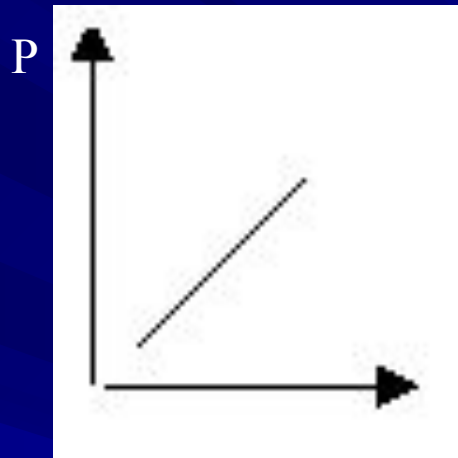
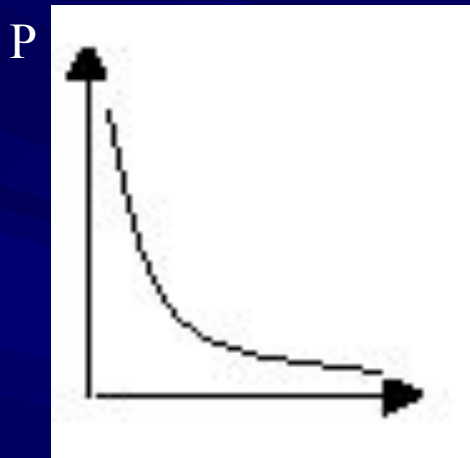
2. ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ИЗОПРОЦЕССОМ?

3. КАКИЕ ИЗОПРОЦЕССЫ ВЫ ЗНАЕТЕ?

4. КАКАЯ ОГОВОРКА ЕСТЬ ДЛЯ ВСЕХ ИЗОПРОЦЕССОВ?

5. СФОРМУЛИРУЙТЕ ЗАКОНЫ  
\_БОЙЛЯ-МАРИОТТА,  
ГЕЙ-ЛЮССАКА,  
ШАРЛЯ

# Повторим графики изопроцессов



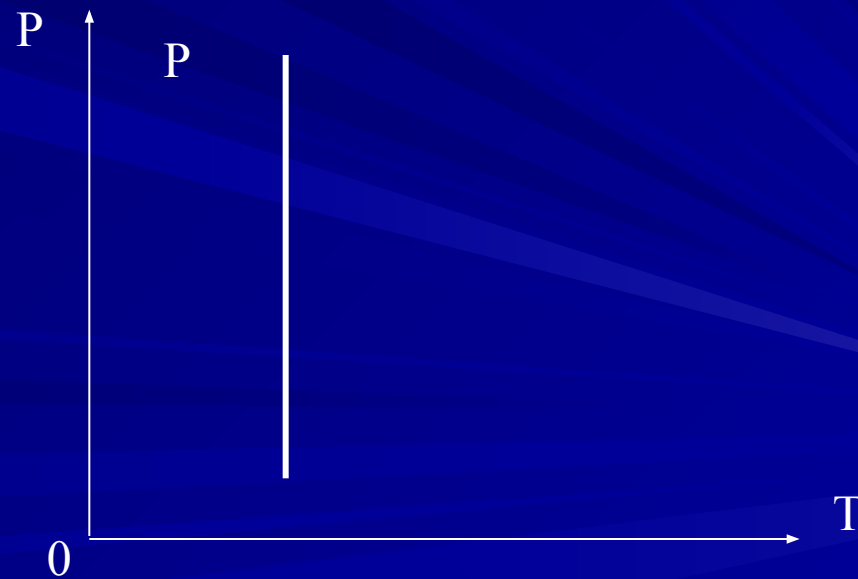
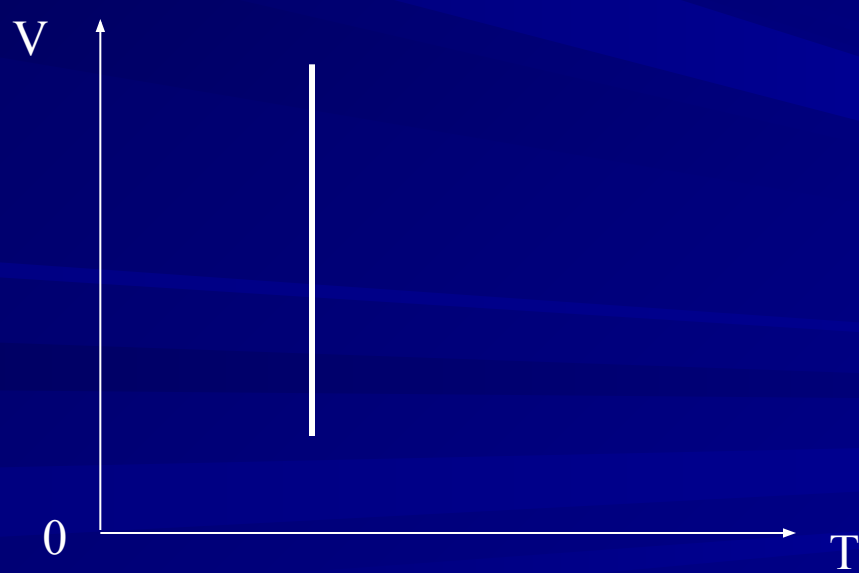
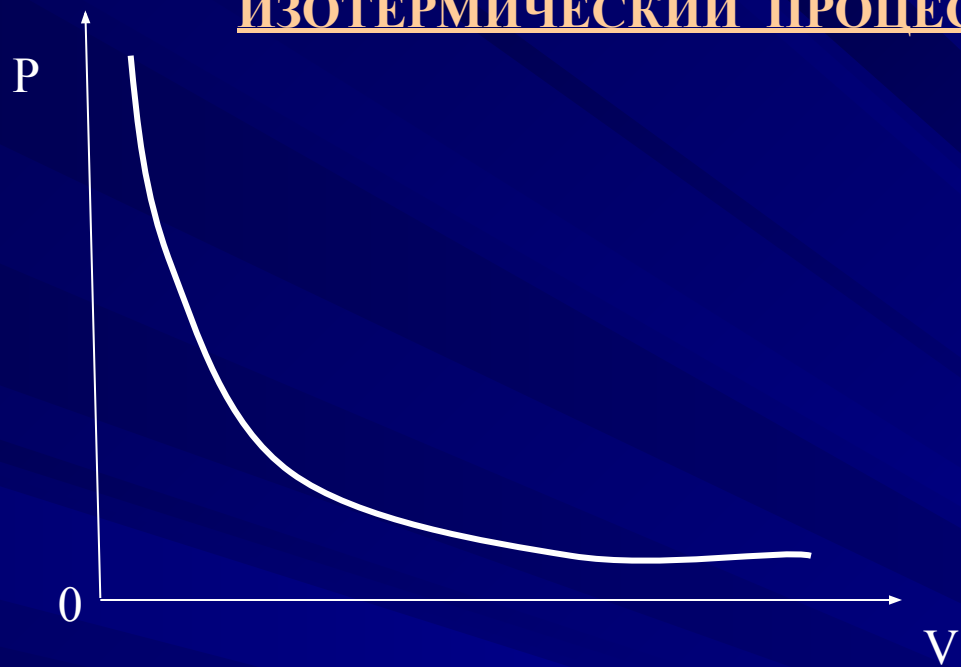
ПО ДАННЫМ ГРАФИКАМ ОПРЕДЕЛИТЕ :

**ИЗОТЕРМУ,**

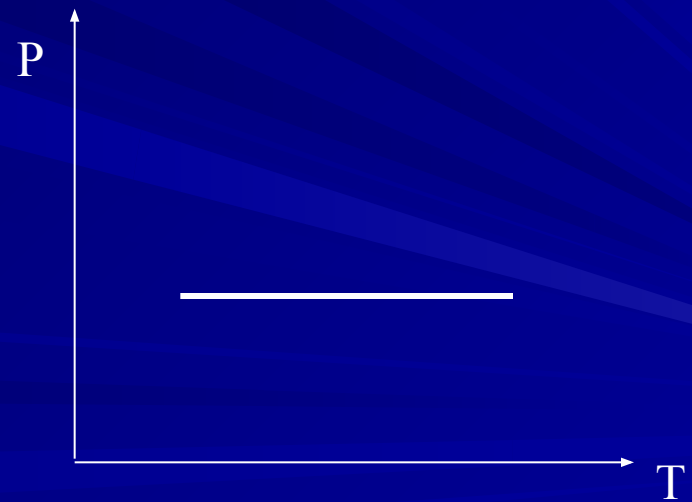
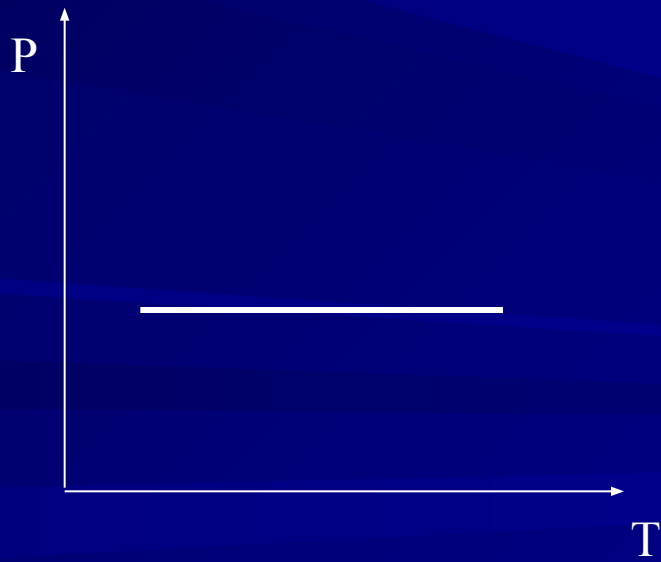
**ИЗОХОРУ,**

**ИЗОБАРУ.**

# ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

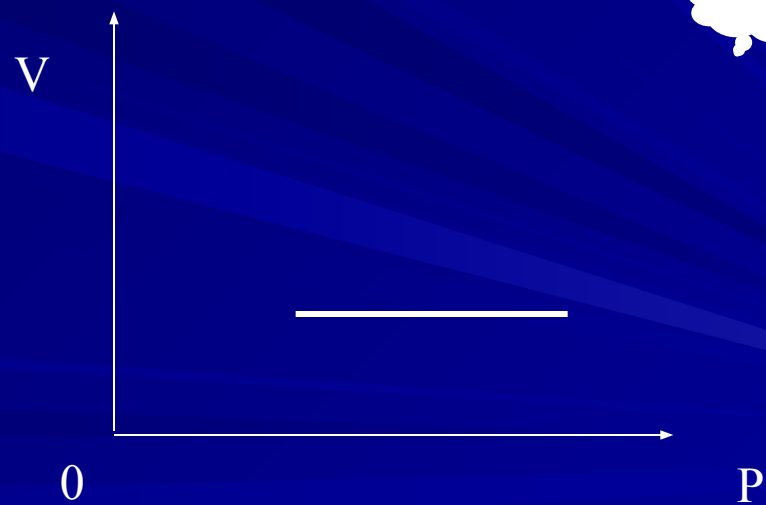
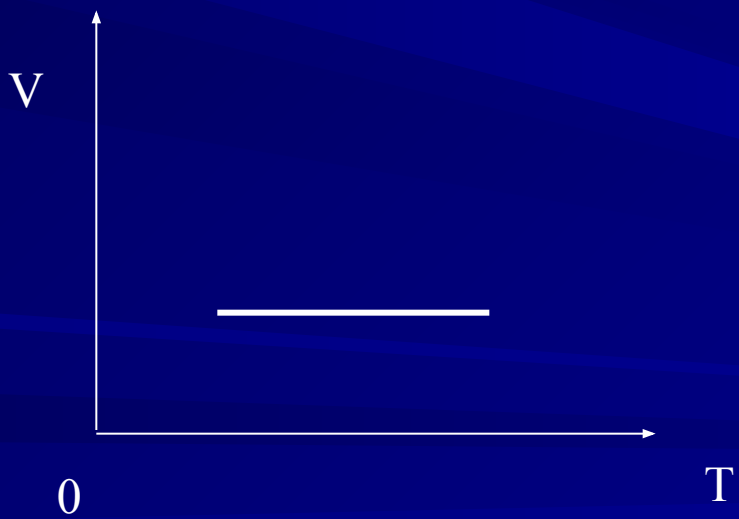


# ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС

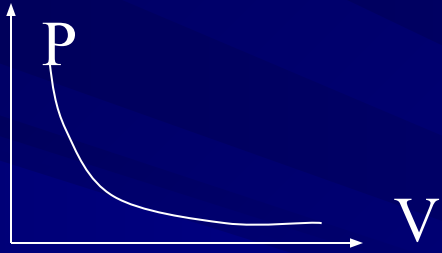
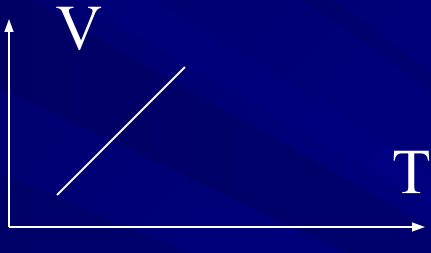
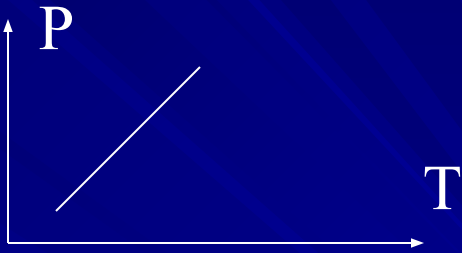
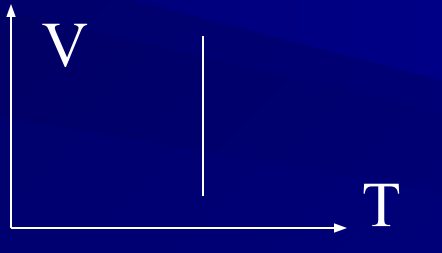

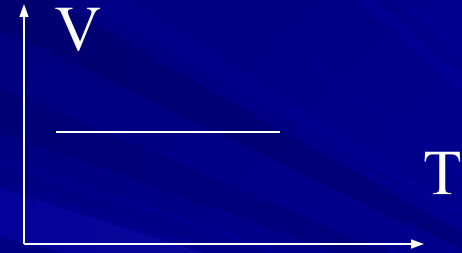

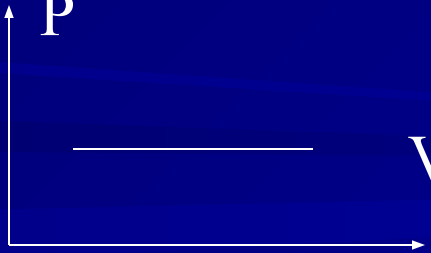
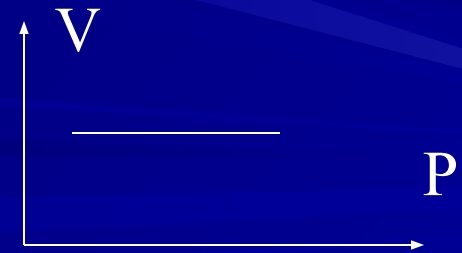




## ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС



# ГРАФИКИ ИЗОПРОЦЕССОВ

ИЗОТЕРМА	ИЗОБАРА	ИЗОХОРА
		
		
		

# ЭНЕРГИЯ

- КОЛИЧЕСТВЕННОЙ МЕРОЙ ЛЮБОГО ДВИЖЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЭНЕРГИЯ.
- В 1847 ГОДУ НЕМЕЦКИЙ ФИЗИК  
ГЕРМАН ГЕЛЬМГОЛЬЦ  
СФОРМУЛИРОВАЛ ОБЩИЙ  
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ.



# Энергия

- Кинетическая-характеризует состояние движения
  - $E = \frac{m * V^2}{2}$
- Потенциальная-характеризует взаимодействия тел
  - $E = m * g * h$

ЕДИНИЦЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ

! ЯВЛЯЕТСЯ Джоуль - Дж.  
 $\frac{\text{КГ} * \text{М}^2}{\text{С}^2}$

1 Дж = 1

# ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СОСТОИТ ИЗ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА МИКРОЧАСТИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В ТЕПЛОВОМ ДВИЖЕНИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ МЕЖДУ СОБОЙ.**

**ЭНЕРГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ, СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕЛО НАЗЫВАЕТСЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИЕЙ ТЕЛА.**

**ПРИ ЛЮБЫХ ПРОЦЕССАХ В ИЗОЛИРОВАННОЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ОСТАЕТСЯ НЕИЗМЕННОЙ:**

$$U = \text{const} \text{ или } \Delta U = 0$$

# ДВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ

– ЭНЕРГИЯ,  
ЗАВИСЯЩАЯ ОТ  
ВНУТРЕННЕГО  
СОСТОЯНИЯ  
СИСТЕМЫ:  
ТЕМПЕРАТУРЫ,  
ОБЪЕМА, ДАВЛЕНИЯ

## МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЕ

– ЭНЕРГИЯ, РАВНАЯ СУММЕ  
КИНЕТИЧЕСКИХ ЭНЕРГИЙ  
МОЛЕКУЛ ОТНОСИТЕЛЬНО  
ЦЕНТРА МАСС ТЕЛА И  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭНЕРГИЙ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВСЕХ  
МОЛЕКУЛ ДРУГ С ДРУГОМ

*ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ МОЖЕТ МЕНЯТЬСЯ  
ТОЛЬКО ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СИСТЕМЫ  
С ВНЕШНИМИ ТЕЛАМИ*

# ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ - ЭТО УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛЬНОГО ГАЗА, ГДЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ ПРЕНЕБРЕЖИМО МАЛО

1. ЧИСЛО МОЛЕКУЛ В ГАЗЕ ОЧЕНЬ ВЕЛИКО.
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛ В ОБЪЕМЕ – НЕРАВНОМЕРНОЕ.
3. РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ  $> d$ .
4. МОЛЕКУЛЫ – УПРУГИЕ ШАРЫ.
5. СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ СТРЕМЯТСЯ К 0.
6. ОТТАЛКИВАНИЕ – ТОЛЬКО ПРИ УДАРАХ.
7. ДВИЖЕНИЕ – ПО ЗАКОНАМ НЬЮТОНА.

И  
Д  
Е  
А  
Л  
Ь  
Н  
Ы  
Й  
  
Г  
А  
З



**ИЗОПРОЦЕСС – ПРОЦЕСС, ПРИ КОТОРОМ ОДИН  
ИЗ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
СОСТОЯНИЯ ДАННОЙ МАССЫ ГАЗА  
ОСТАЕТСЯ ПОСТОЯННЫМ**

**МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ:  
ДАВЛЕНИЕ, ОБЪЕМ, ТЕМПЕРАТУРА**

**$P$  – ДАВЛЕНИЕ – [ ПА ]**

**$V$  – ОБЪЕМ – [  $m^3$  ]**

**$T$  – ТЕМПЕРАТУРА – [ К ]**



## МЫ ЗНАЕМ ТАКИЕ ПРОЦЕССЫ:

**ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ**

**ИЗОБАРНЫЙ**

**ИЗОХОРНЫЙ**

**ТЕМПЕРАТУРА  
ОСТАЕТСЯ  
ПОСТОЯННОЙ**

**ДАВЛЕНИЕ  
ОСТАЕТСЯ  
ПОСТОЯННЫМ**

**ОБЪЕМ  
ОСТАЕТСЯ  
ПОСТОЯННЫМ**

**ОСНОВНОЙ  
ГРАФИК -  
ИЗОТЕРМА**

**ОСНОВНОЙ  
ГРАФИК -  
ИЗОБАРА**

**ОСНОВНОЙ  
ГРАФИК -  
ИЗОХОРА**



# ИЗОПРОЦЕССЫ СПРАВЕДЛИВЫ ДЛЯ НЕИЗМЕННОЙ МАССЫ ГАЗА

ЗАКОН БОЙЛЯ -  
МАРИОТТА

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

ЗАКОН ГЕЙ -  
ЛЮССАКА

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

ЗАКОН ШАРЛЯ

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



# **МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЕ ТОЛКОВАНИЕ ПОНЯТИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- **В СОСТАВ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ ВХОДЯТ:**
  - 1) КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО, ВРАЩАТЕЛЬНОГО И КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МОЛЕКУЛ И АТОМОВ;**
  - 2) ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ВЗАИМО - ДЕЙСТВИЯ МОЛЕКУЛ И АТОМОВ;**
  - 3) ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМОВ;**
  - 4) ВНУТРИЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ**



# НО...

- ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ  
ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ СВОДИТСЯ К  
ИЗМЕНЕНИЮ ЛИШЬ КИНЕТИЧЕСКОЙ  
ЭНЕРГИИ МОЛЕКУЛ,  
ТАК КАК МОЛЕКУЛЫ ЭТИХ ГАЗОВ НЕ  
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ

# ЭТО НАДО ЗНАТЬ

- СРЕДНЯЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ОДНОГО АТОМА:

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ОДНОАТОМНОГО ГАЗА ,  
СОСТОЯЩЕГО ИЗ N АТОМОВ

$$U = \frac{3}{2} NkT$$

ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ МАССЫ ОДНОАТОМНОГО  
ГАЗА

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

# НАДО ПОМНИТЬ

- ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ  
ОДНОАТОМНОГО ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА  
ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА  
АБСОЛЮТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И  
НЕ ЗАВИСИТ ОТ ОБЪЕМА ГАЗА  
ЭТО СПРАВЕДЛИВО И ДЛЯ  
МНОГОАТОМНЫХ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

# ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

- СОВЕРШЕНИЕ  
МЕХАНИЧЕСКОЙ  
РАБОТЫ:

ПРИ СЖАТИИ ГАЗА  
ПРОИСХОДИТ  
ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ  
УПОРЯДОЧЕННОГО  
ДВИЖЕНИЯ В ЭНЕРГИЮ  
НЕУПОРЯДОЧЕННОГО  
ДВИЖЕНИЯ МОЛЕКУЛ  
ГАЗА, ПРИ ЭТОМ  
ПОВЫШАЕТСЯ  
ТЕМПЕРАТУРА

- ТЕПЛОПЕРЕДАЧА:

ПРИ ТЕПЛОВОМ  
КОНТАКТЕ РАЗЛИЧНО  
НАГРЕТЫХ ГАЗОВ  
ПРОИСХОДИТ  
ПЕРЕДАЧА ЭНЕРГИИ  
НЕУПОРЯДОЧЕННОГО  
ДВИЖЕНИЯ ОТ  
БЫСТРО  
ДВИЖУЩИХСЯ  
МОЛЕКУЛ БОЛЕЕ  
НАГРЕТОГО ГАЗА К  
МОЛЕКУЛАМ МЕНЕЕ  
НАГРЕТОГО ГАЗА ЗА  
СЧЕТ СТОЛКНОВЕНИЙ