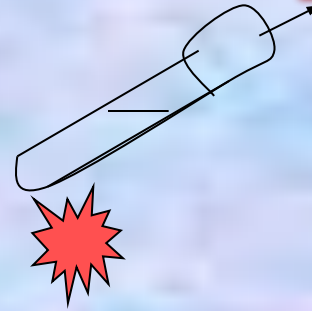
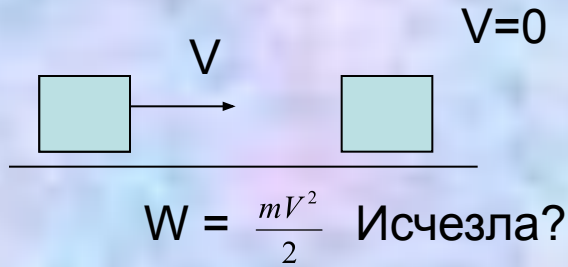


# Внутренняя энергия



**Термодинамика** – раздел физики, изучающий возможности использования внутренней энергии тел для совершения механической работы.

**Внутренняя энергия** – сумма кинетической энергии хаотического теплового движения частиц (атомов или молекул) тела и потенциальной энергии их взаимодействия.

# Внутренняя энергия -

Энергия электромагнитных излучений

Внутриядерная энергия взаимодействия нуклонов

Энергия взаимодействия электронных оболочек и ядер атомов

Энергия внутримолекулярного взаимодействия (химическая)

Потенциальная и кинетическая энергия колебательного движения молекул

Потенциальная энергия взаимодействия молекул

Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения молекул

$$U_1 = E_{k1} + E_{n1} + E$$

$$U_2 = E_{k2} + E_{n2} + E$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \Delta E_k + \Delta E_n$$

идеальный газ  $U = E_k, E_n = 0$

$U = \sum E_1$  где  $E_1 = \frac{3}{2}kT$  — средняя кинетическая энергия одного атома

$$U = \frac{3}{2}kT \frac{m}{M} N_a$$

$N = \frac{m}{M} N_a$  — количество молекул в данном теле

$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$  Внутренняя энергия идеального газа

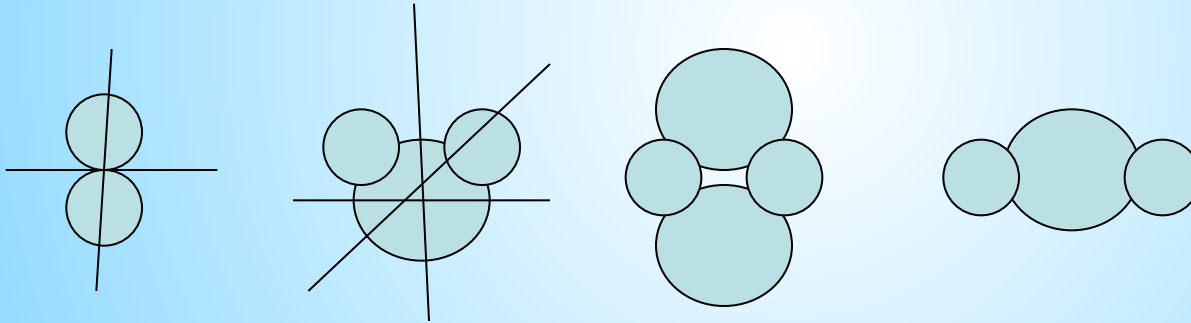
зависит от температуры и не зависит от объема

используя уравнение Менделеева–Клапейрона  $PV = \frac{m}{M}RT$

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

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} P \Delta V$$



$$\Delta U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{6}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$$

Молекулы реальных газов имеют сложную форму. Внутренняя энергия зависит от числа степеней свободы

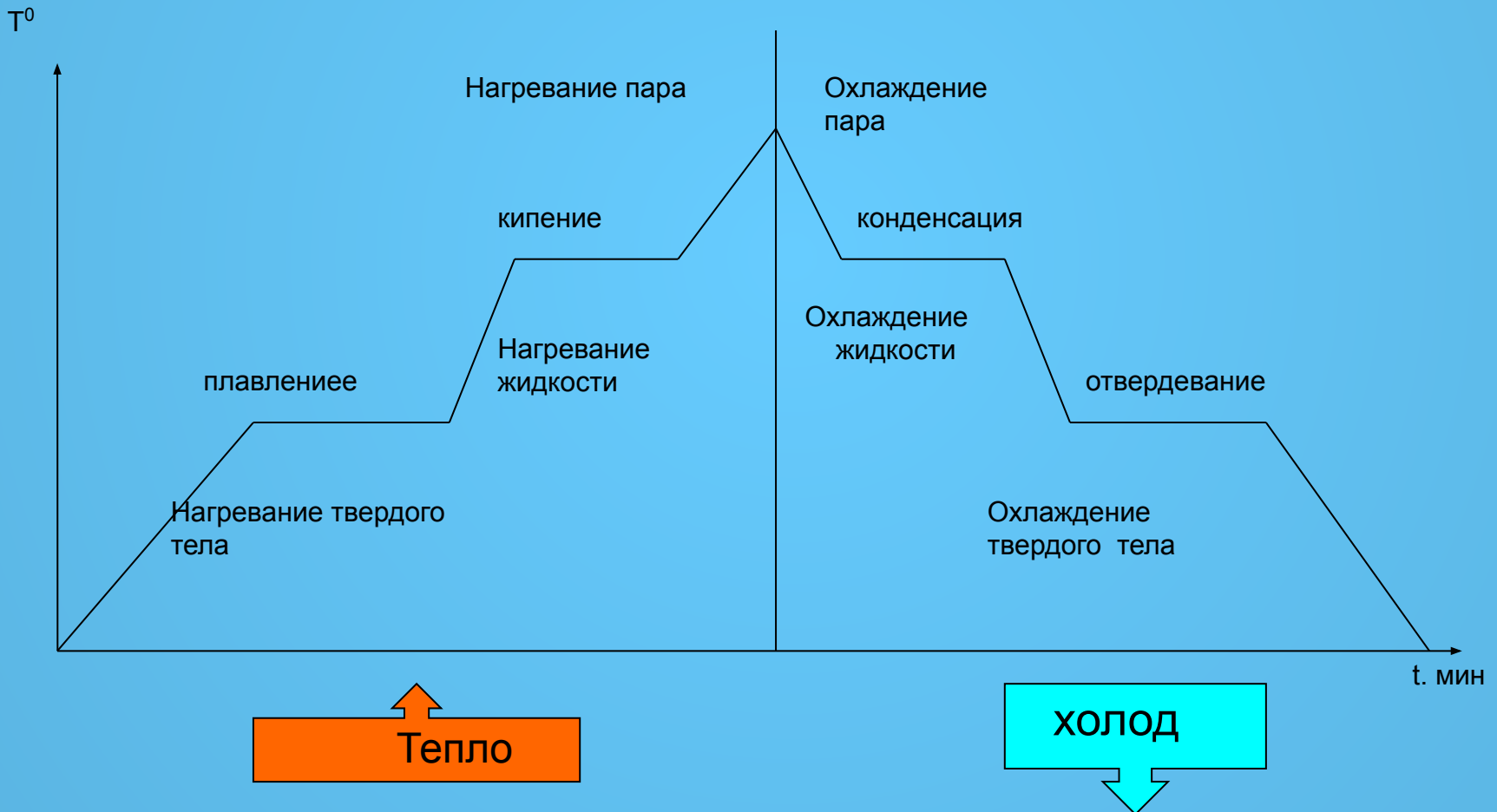
**Теплообмен** – процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы

- Количество теплоты, получаемое телом, – энергия, передаваемая телу извне в результате теплообмена

# Способы изменения внутренней энергии тел

Работа		Теплопередача			Химические реакции	
Трение	Сжатие Растяжение	Дробление	Конвекция	Теплопередача	Излучение	Эндотермические Экзотермические

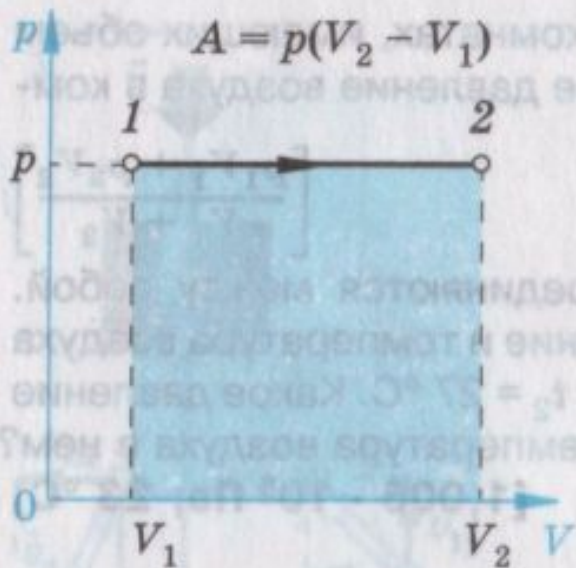
# График нагревания и охлаждения





# Работа газа при изопроцессах





Работа, совершаемая газом при изобарном расширении ( $p = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$ )

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

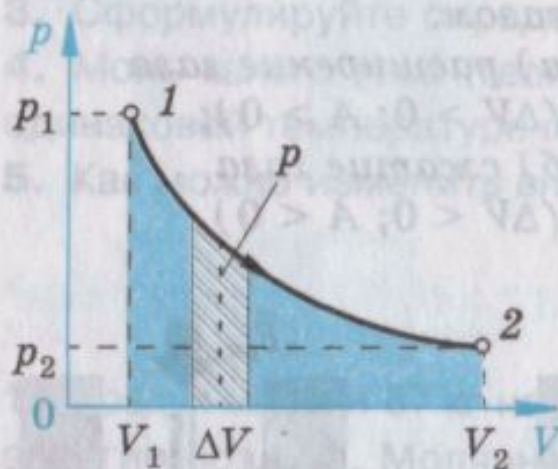
$$A = Fh \cos 0 = \frac{F}{S} Sh.$$

$$\bar{p} = \frac{F}{S}, \Delta V = V_2 - V_1 = Sh,$$

$$A = \bar{p} \Delta V.$$

Работа, совершаемая газом, равна произведению среднего давления газа на изменение его объема:

$$A = \bar{p}(V_2 - V_1).$$



Работа, совершаемая газом при изотермическом расширении ( $T = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$ )

**Работа** совершаемая газом,  
равна произведению среднего  
давления газа на изменение  
объема

$$A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$$