

# **Основы термодинамики**

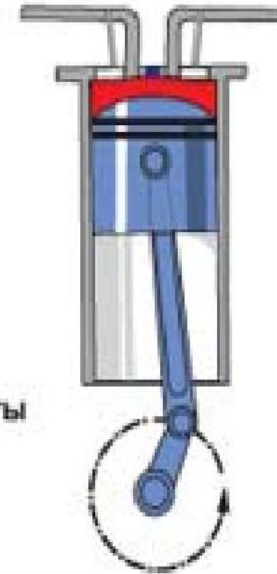
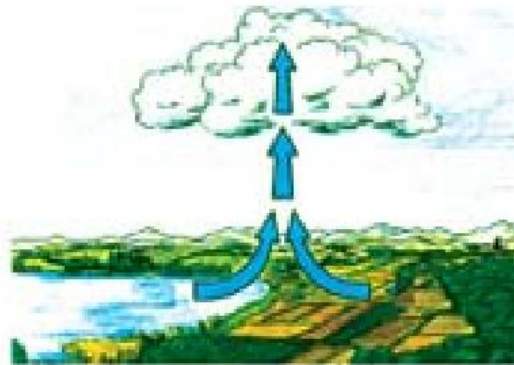
- Термодинамика – это наука о тепловых явлениях.

# Внутренняя энергия

- **Внутренняя энергия** – это энергия молекул, из которых состоит тело.
- Какой энергией обладают молекулы?
- (Кинетической, потому что движутся. Потенциальной, потому что взаимодействуют.)
- Внутренняя энергия вещества складывается из кинетической энергии всех атомов и молекул и потенциальной энергии их взаимодействия друг с другом.

$$U = \frac{3}{2} \nu RT \quad \text{или} \quad U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

## ДВА СПОСОБА ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ



Изменение внутренней энергии совершением работы

$$\Delta U = A$$



Изменение внутренней энергии теплопередачей

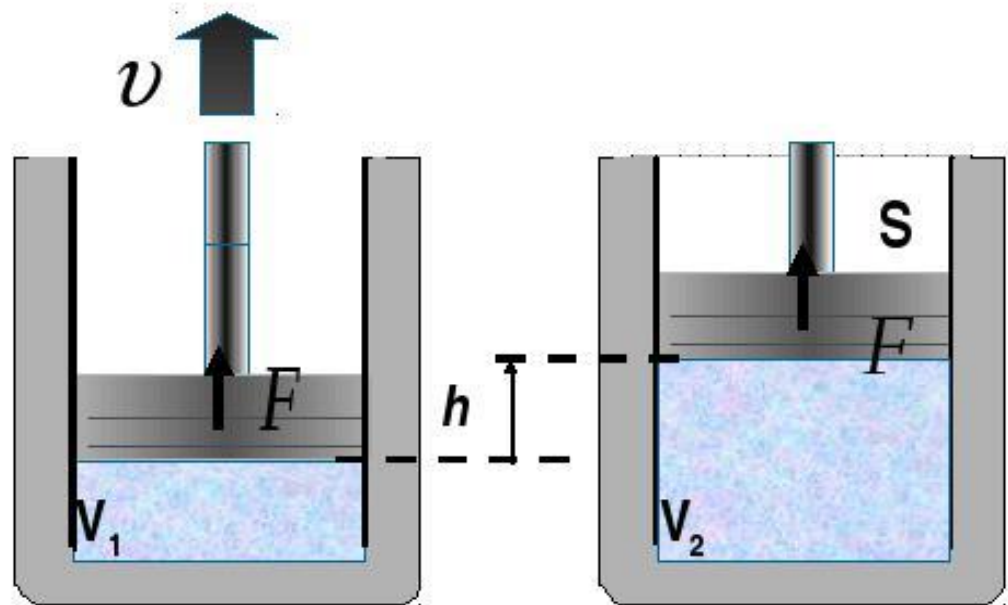
$$\Delta U = Q$$

- Существует два способа изменения внутренней энергии: теплообмен и совершение работы
- **Теплообмен** – процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы
- Мерой такой передачи энергии является количество теплоты
- **Количество теплоты** – энергия, передаваемая телу извне в результате теплообмена

Сила давления газа совершает работу при его расширении за счет изменения внутренней энергии газа.

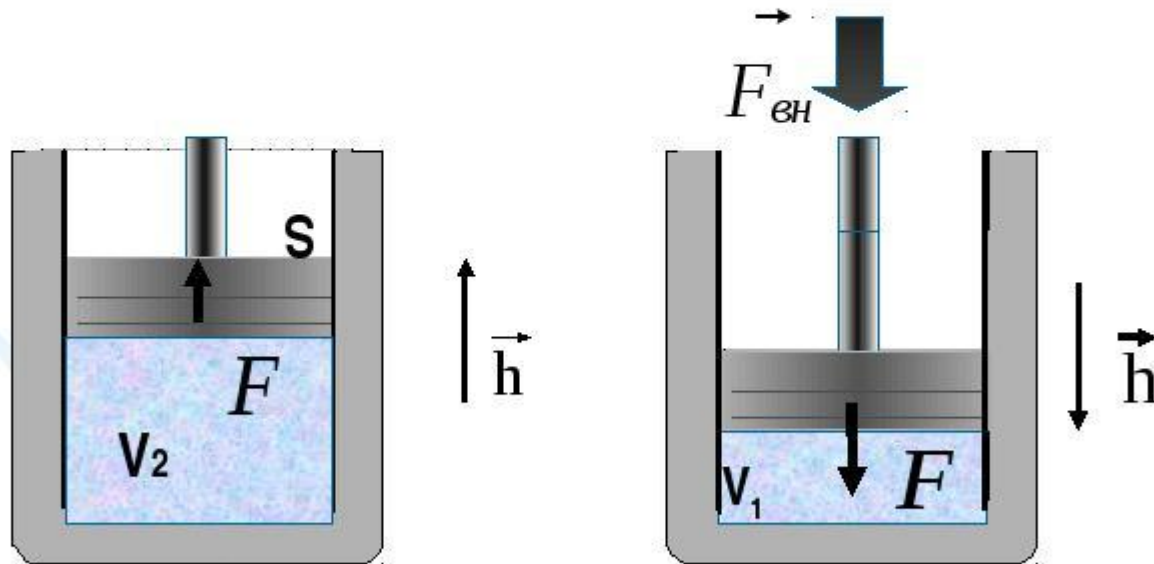
Вычислим работу, совершаемую силой давления  $F$  газа при его расширении от начального объема  $V_1$  до конечного  $V_2$ .

Будем считать, что поршень, площадь поперечного сечения которого  $S$ , перемещается на высоту  $h$  и что сила давления газа остается постоянной в процессе перемещения.



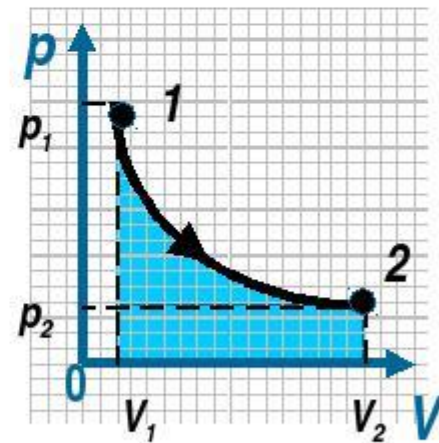
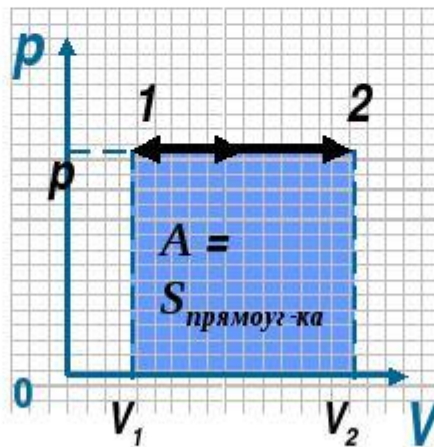
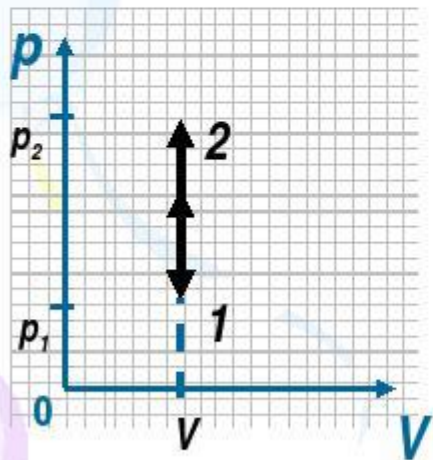
При расширении ( $\Delta V > 0$ ) газ совершает положительную работу, отдавая энергию окружающим телам.

При сжатии ( $\Delta V < 0$ ) работа, совершаемая газом, отрицательна. Внутренняя энергия газа при сжатии увеличивается.





Работа, совершаемая газом в процессе его расширения (или сжатия) при любом термодинамическом процессе, численно равна площади под кривой, изображающей изменение состояния газа на диаграмме  $p, V$ .

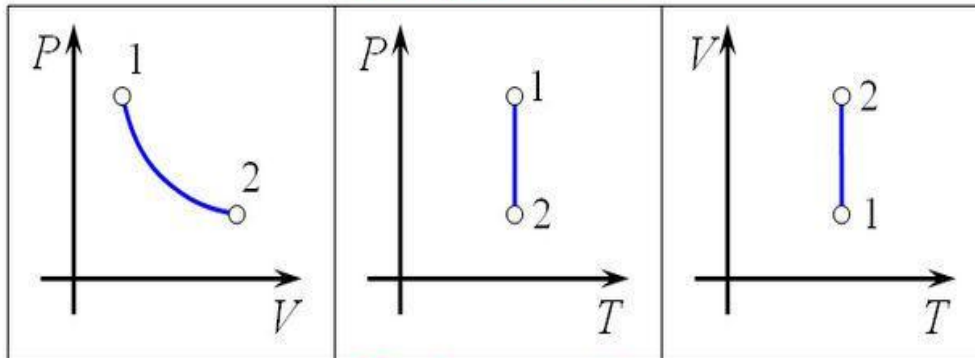


# Первое начало термодинамики

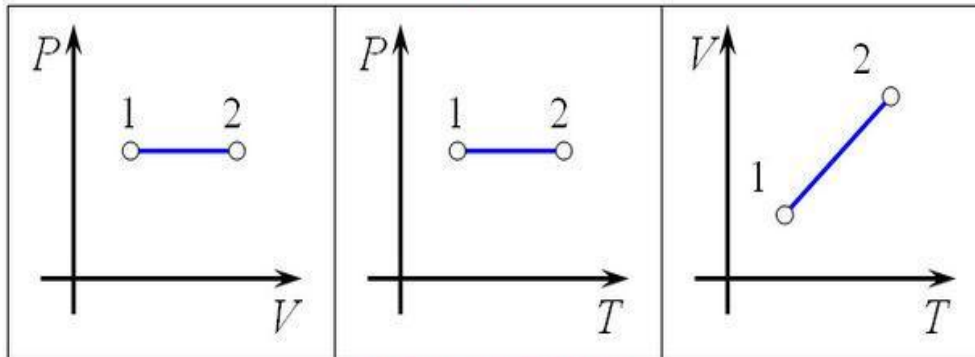
- Количество теплоты, сообщаемой телу, идёт на увеличение внутренней энергии и на совершение телом работы:

$$Q = \Delta U + A$$

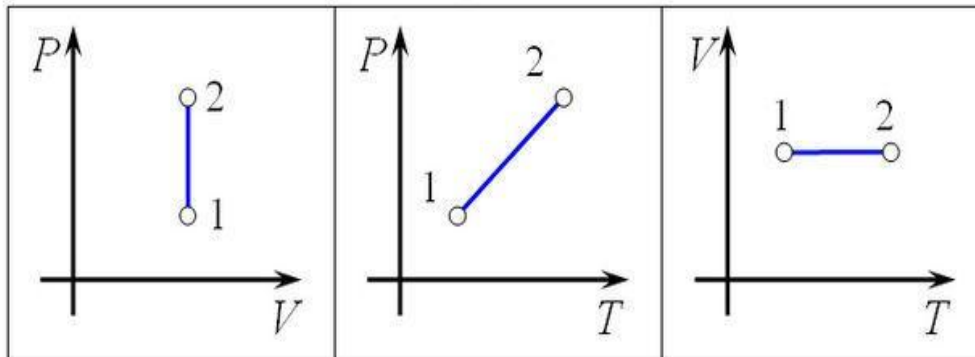
### Изотермический



### Изобарический

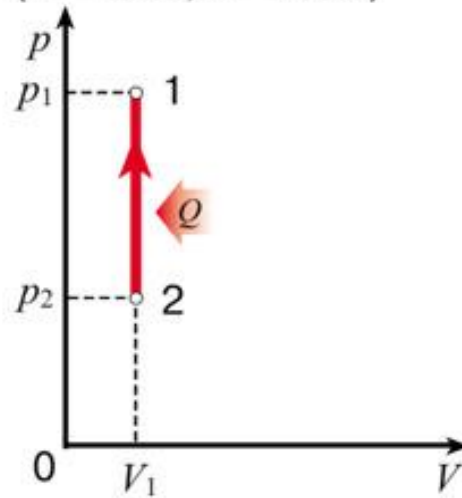


### Изохорический



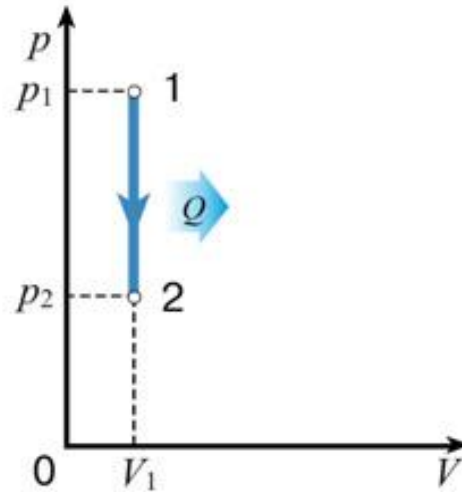


Изохорный процесс  
( $V = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$ )



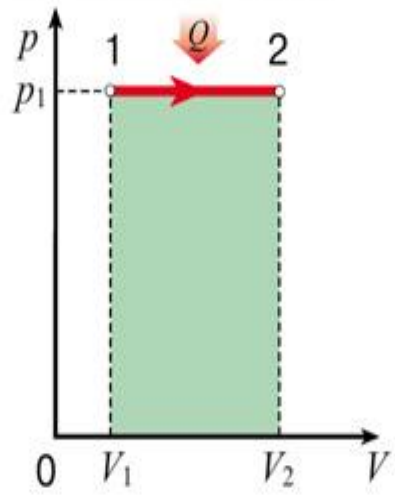
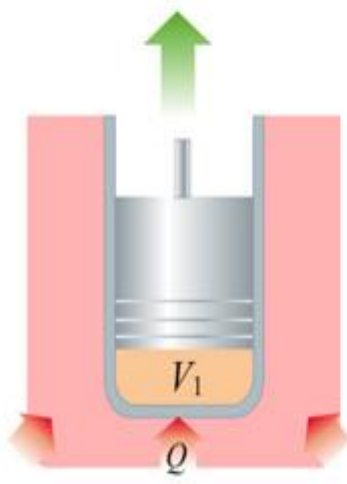
$$A = 0, \Delta U > 0$$

$$Q = \Delta U$$

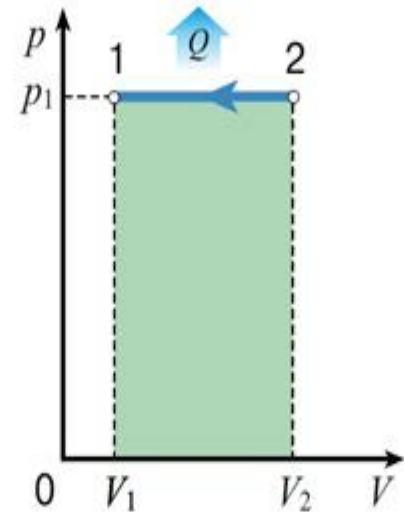
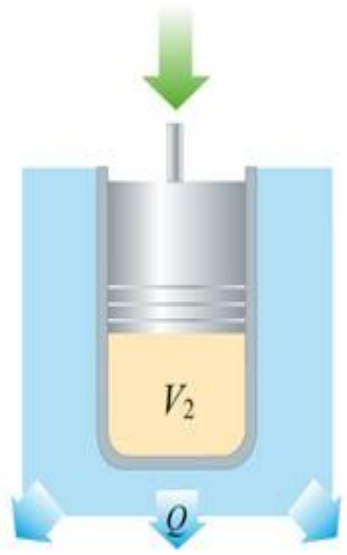


$$A = 0, \Delta U < 0$$

Изобарный процесс  
( $p = \text{const}, m = \text{const}$ )



$$A > 0, \Delta U > 0$$

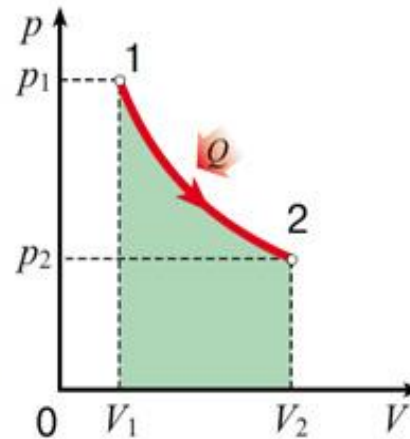


$$Q = \Delta U + A$$

$$A < 0, \Delta U < 0$$

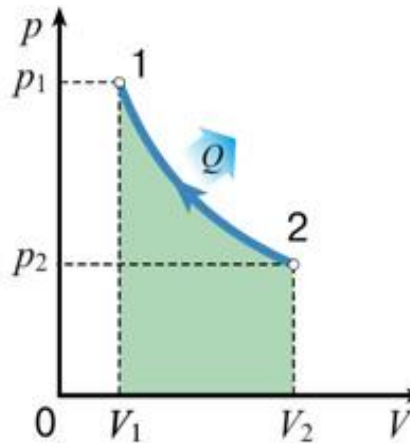
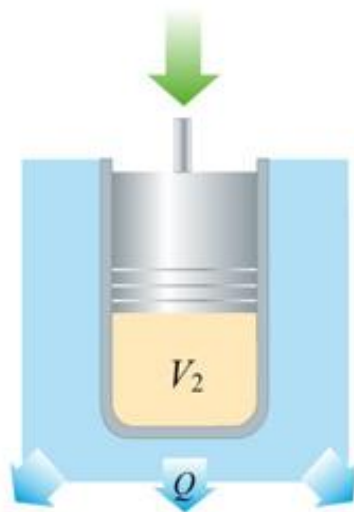


Изотермический процесс  
( $T = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$ )



$$A > 0, \Delta U = 0$$

$$Q = A$$

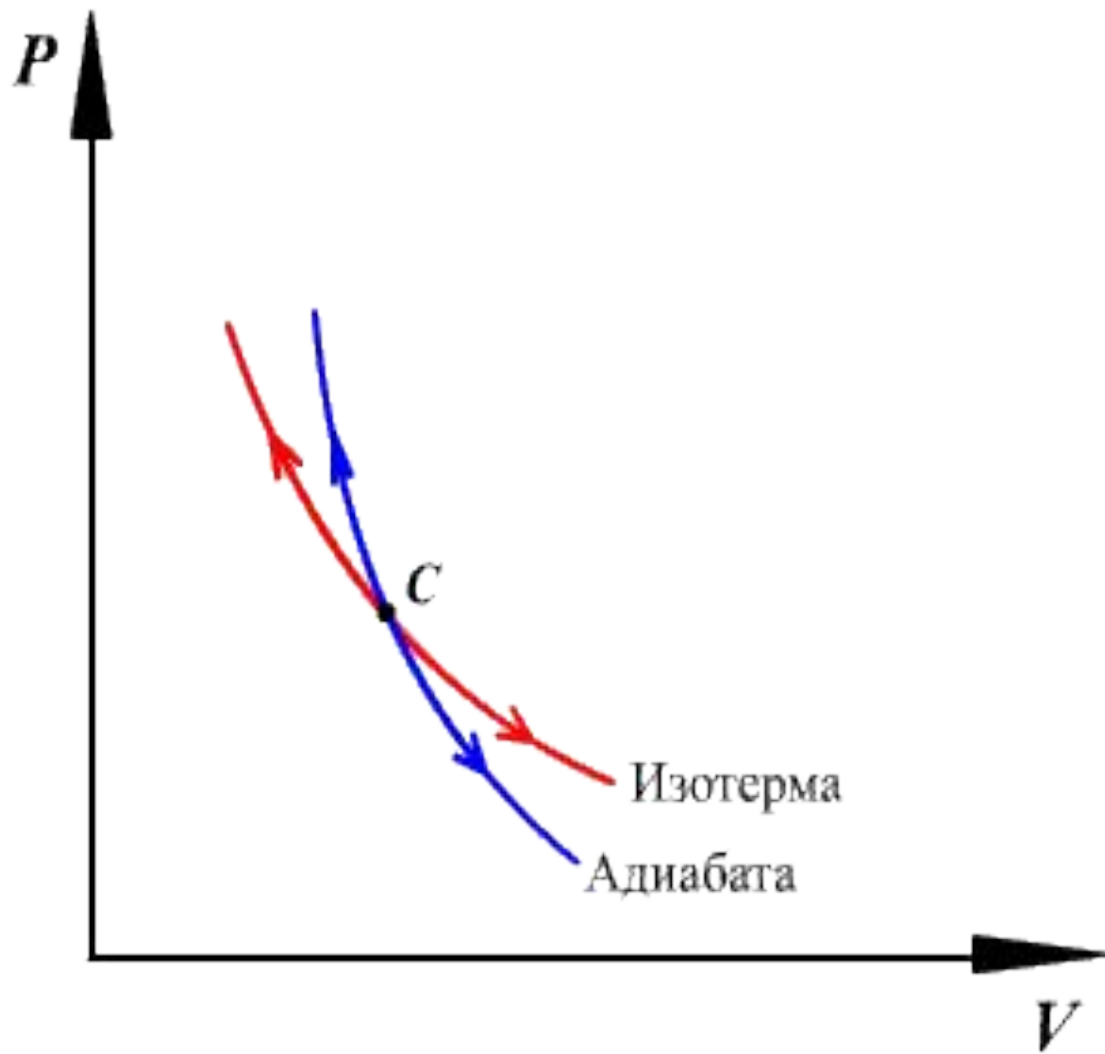


$$A < 0, \Delta U = 0$$

# Адиабатический процесс

- *Адиабатическим* называется процесс, при котором отсутствует теплообмен между термодинамической системой и окружающей средой

$$Q = 0$$





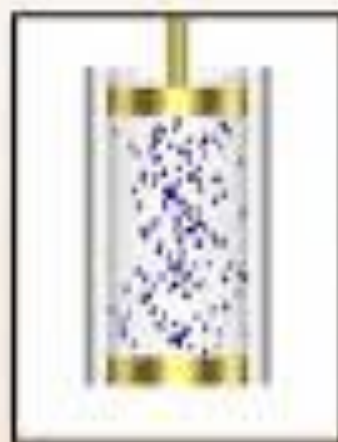
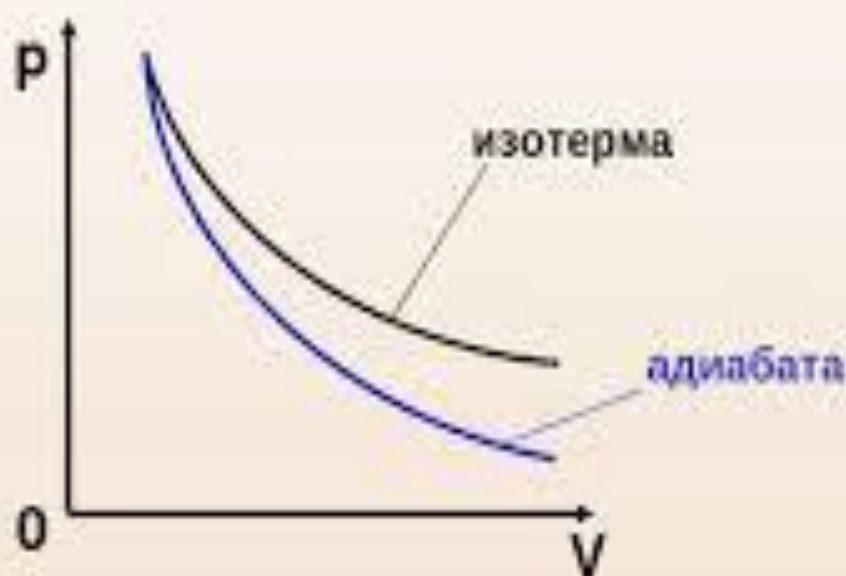
$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = -A$$

$$A = -\Delta U$$

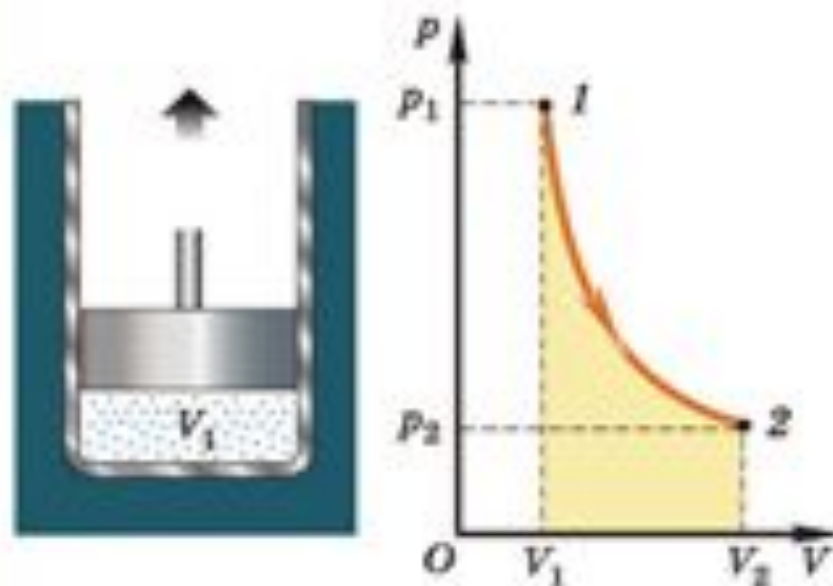
## Адиабатный процесс

$$\Delta U = -A_2 \begin{cases} \text{если } \Delta V > 0, \text{ то } \Delta T < 0 \\ \text{если } \Delta V < 0, \text{ то } \Delta T > 0 \end{cases}$$



# АДИАБАТНЫЙ ПРОЦЕСС

$$Q = 0$$



$$A = -\Delta U$$