

ТЕРМОДИНАМІКА



# Термодинамика -

раздел физики, в котором изучаются наиболее общие свойства макроскопических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и процессы перехода между этими состояниями.

*Состояние термодинамического  
равновесия* – состояние  
термодинамической системы, при  
котором параметры состояния остаются  
постоянными во времени.

# Внутренняя энергия $U$ -

складывается из энергии беспорядочного (теплого) движения атомов, молекул и энергии межмолекулярных и внутриатомных движений и взаимодействий.

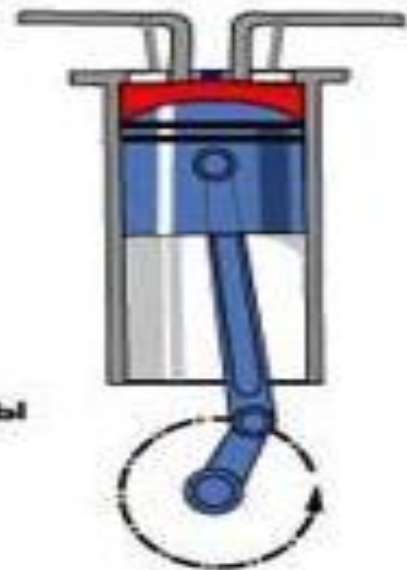
$$U = N \cdot \varepsilon_k = \frac{i}{2} NkT = \frac{i}{2} \nu RT$$

# Способы изменения внутренней энергии.



Изменение внутренней энергии совершением работы

$$\Delta U = A$$



Изменение внутренней энергии теплопередачей

$$\Delta U = Q$$

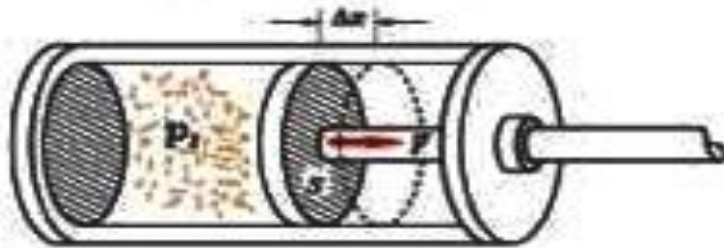


# Работа в термодинамике -

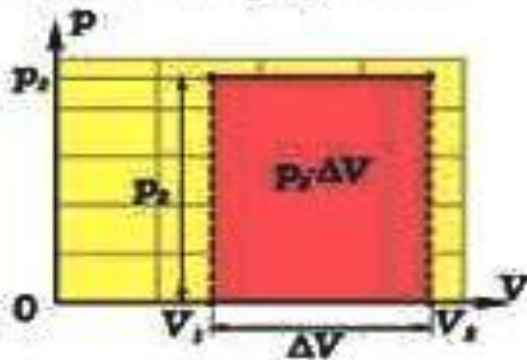
это способ изменения внутренней энергии термодинамической системы, при которой энергия передается в процессе силового взаимодействия тел и происходит изменение внешних параметров состояния системы.

# Работа газа.

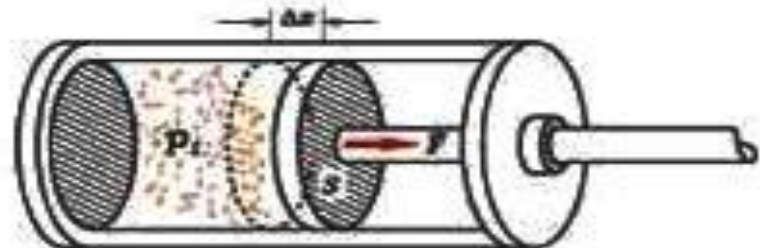
Изобарное расширение газа



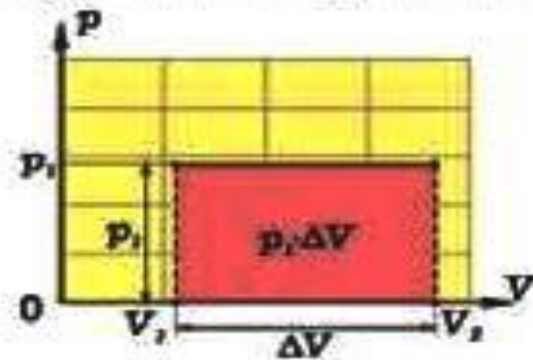
$$A'_1 = F \cdot \Delta x = p_2 \cdot S \cdot \Delta x$$



Изобарное сжатие газа



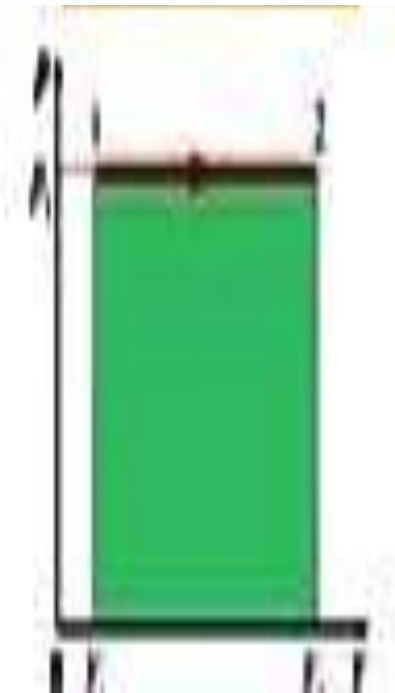
$$A'_2 = -F \cdot \Delta x = -p_1 \cdot S \cdot \Delta x$$



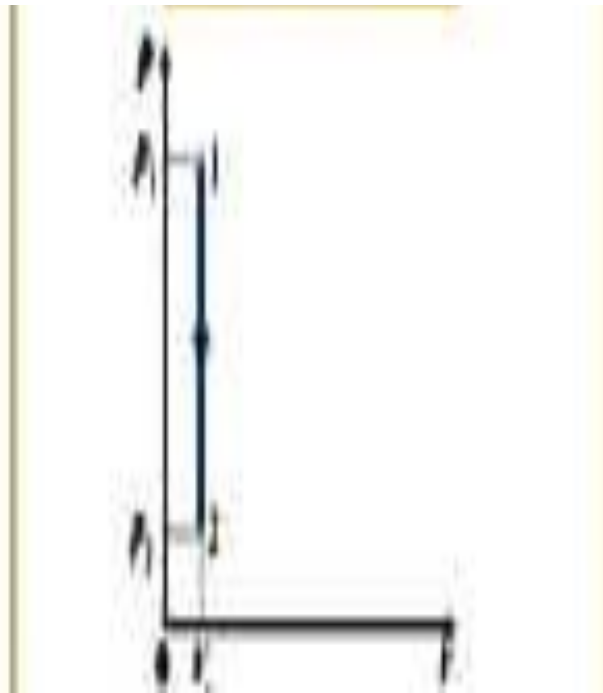
$$A = -A' = p\Delta V$$

# Работа в газовых процессах.

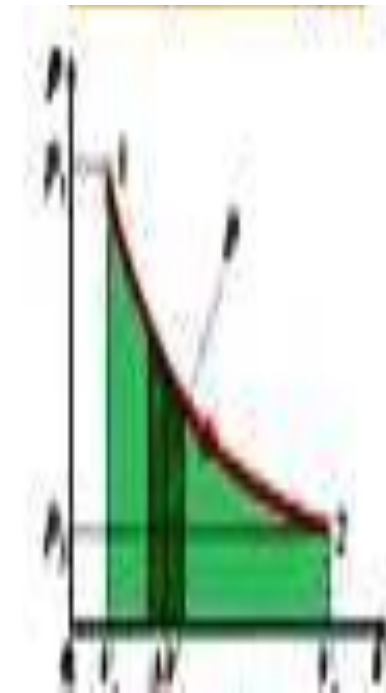
Изобарный процесс



Изохорный процесс



Изотермический процесс





# Работа процессов.

$$A_p = p(V_2 - V_1)$$

$$A = p\Delta V$$

$$A_T = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

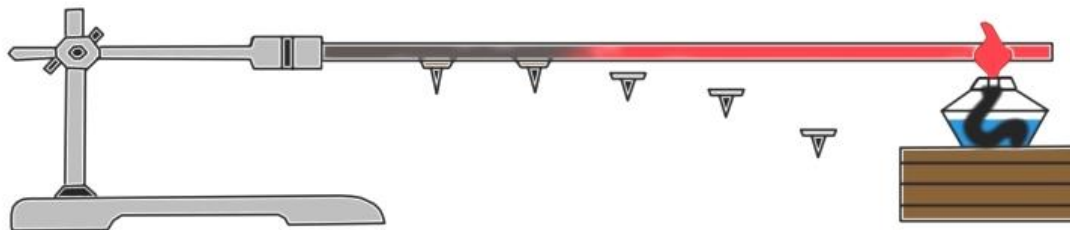
$$A_V = 0$$

# Три вида теплообмена.



# Теплопроводность

— способность материальных тел проводить энергию (теплоту) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела . Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.



# Конвекция

(от лат. *convectiō* — «перенесение») — вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передаётся струями и потоками самого вещества. При конвекции нижние слои вещества нагреваются, становятся легче и всплывают, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и опускаются вниз, после чего процесс повторяется снова и снова.



# Излучение

— это передача энергии в форме волн или частиц через пространство или через материальную среду.

## **Тепловое излучение**

— электромагнитное **излучение**, испускаемое телами за счёт их внутренней энергии.

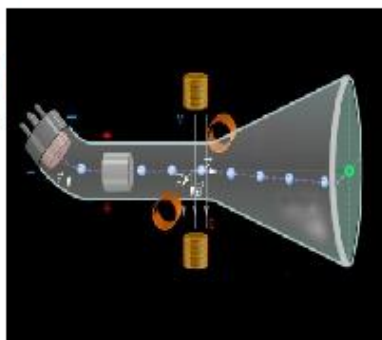


# Виды излучений

Тепловое  
излучение



Катодо-  
люминесценция



Хеми-  
люминесценция



Электро-  
люминесценция



Фотолюминесценция



# Количеством теплоты

называют количественную меру изменения внутренней энергии тела при теплообмене (или теплопередаче).

Количество теплоты — это энергия, которую тело отдает при теплообмене (без совершения работы).

Теплоемкость **C** – величина, равная отношению количества теплоты  $Q$ , сообщенного телу, к изменению температуры  $\Delta t$ .

$$[C] = \frac{1 \text{ Дж}}{1^\circ \text{C}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$



$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$



$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

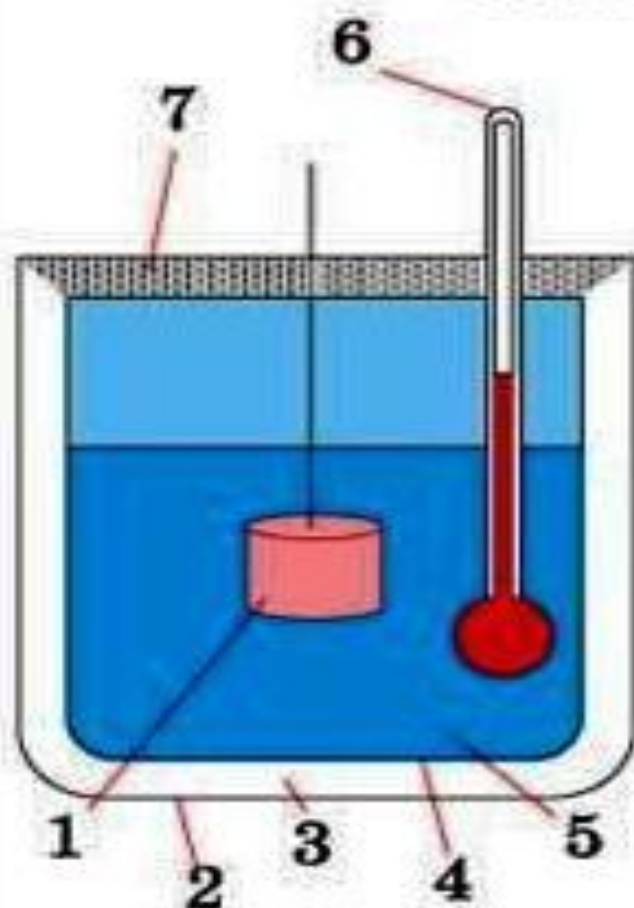
Удельная  
теплоемкость



$$C_{\mu} = \frac{Q}{\nu\Delta t}$$

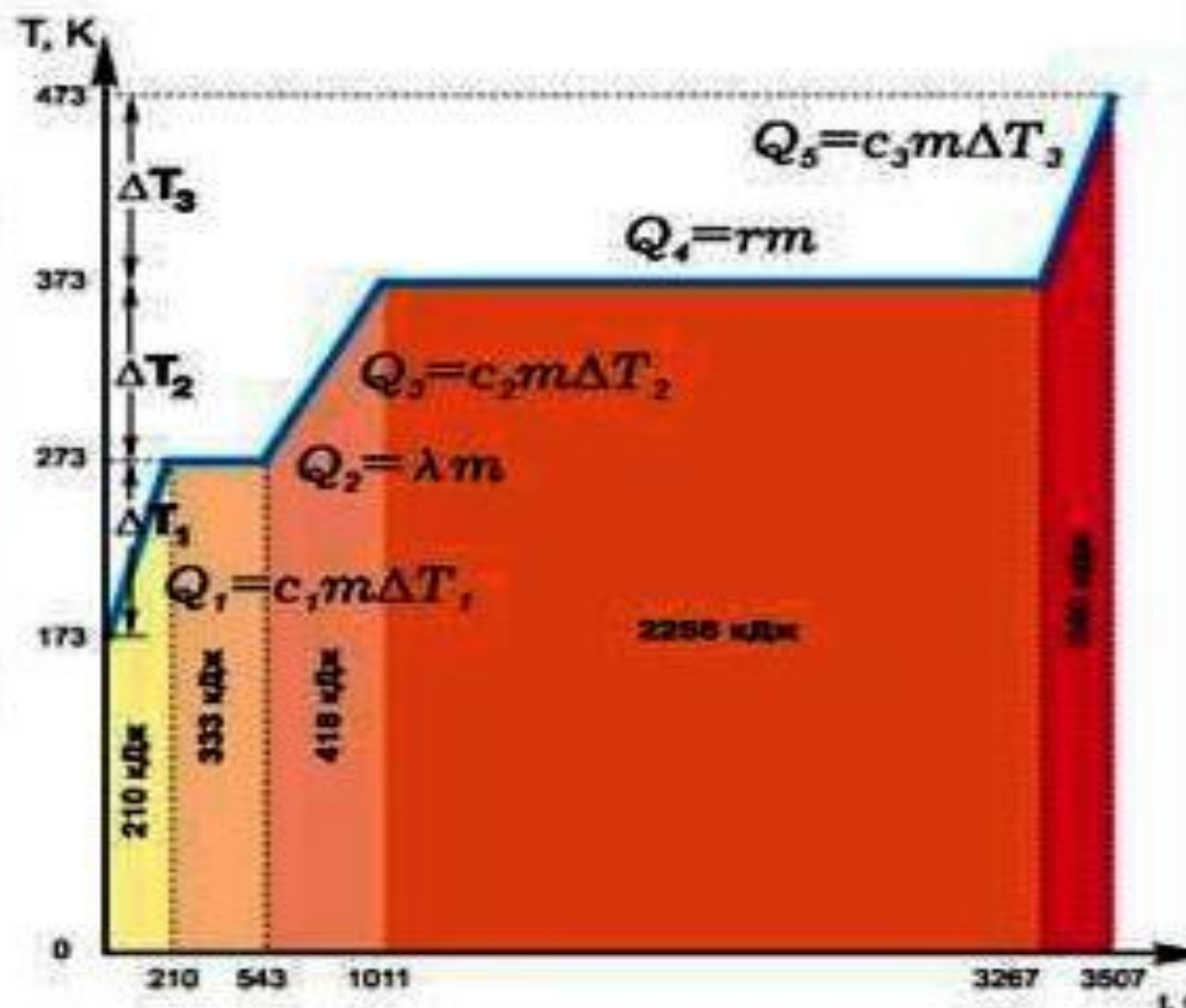
Молярная теплоемкость

# ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ



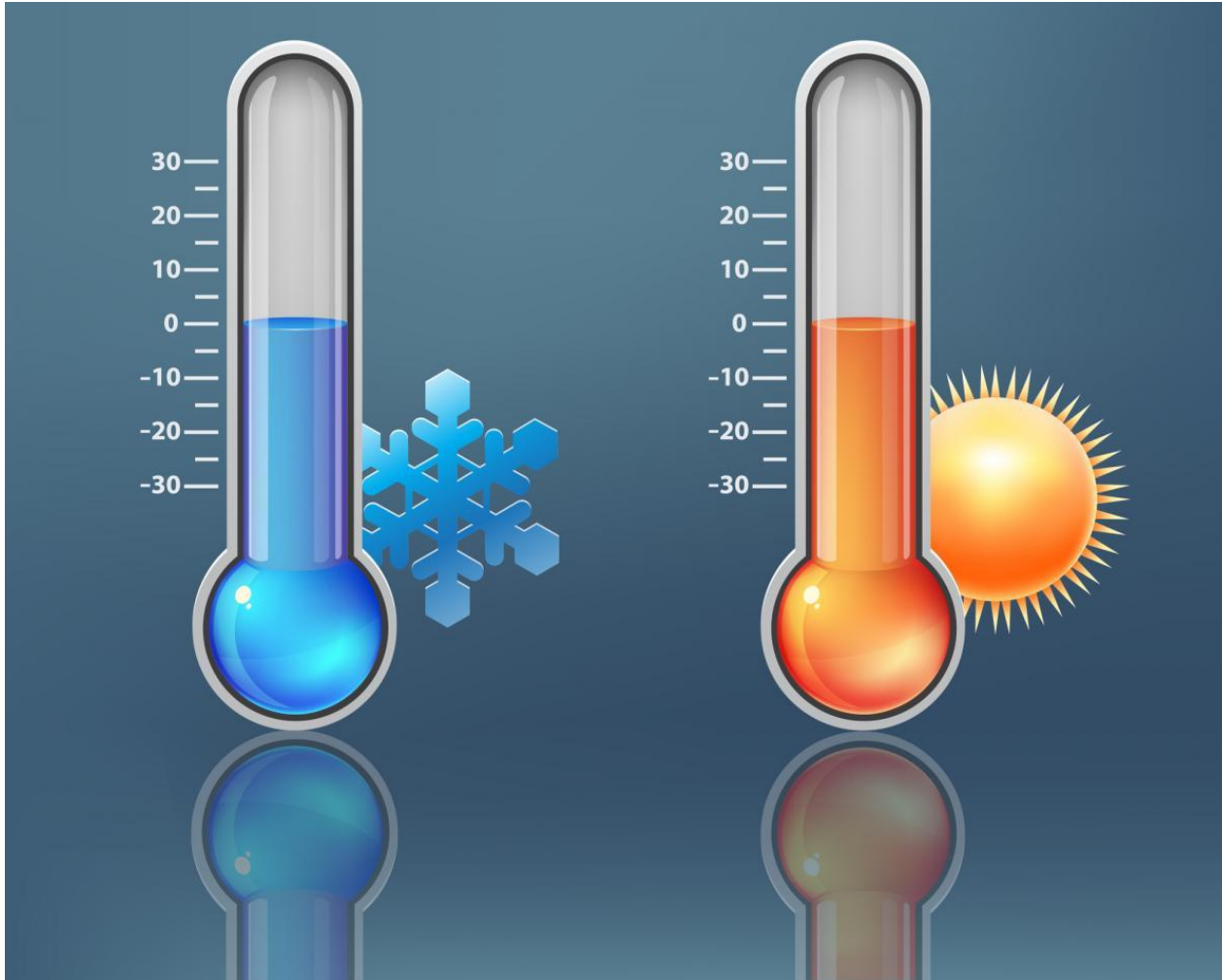
## Калориметр

- 1-исследуемое тело
- 2-внешний стакан
- 3-воздух
- 4-внутренний стакан
- 5-вода
- 6-термометр
- 7-крышка



Изменения температуры 1 кг воды со временем при нагревании с постоянной мощностью 1 кВт ( $\lambda$ -удельная теплота плавления,  $r$ -удельная теплота парообразования).

$$Q = cm(t_2 - t_1) = cm\Delta T$$



# Уравнение теплового баланса.

Если тела участвуют только в процессе теплообмена:

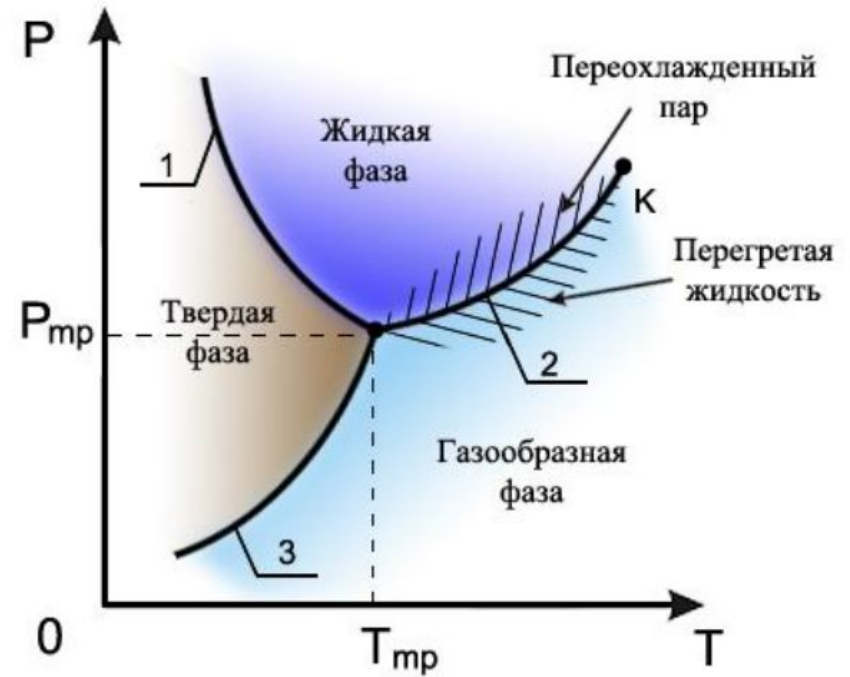
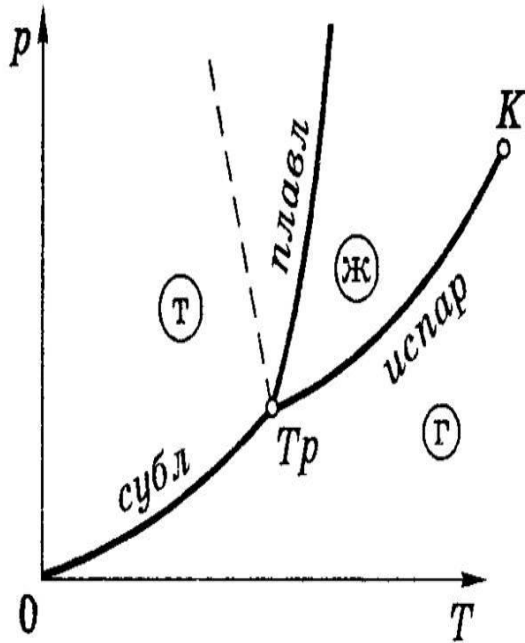
$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ  
СООБЩЕННОЕ ГАЗУ ИДЕТ НА  
ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО ВНУТРЕННЕЙ  
ЭНЕРГИИ И НА СОВЕРШЕНИЕ  
РАБОТЫ ГАЗОМ.

$$Q = \Delta U + A$$

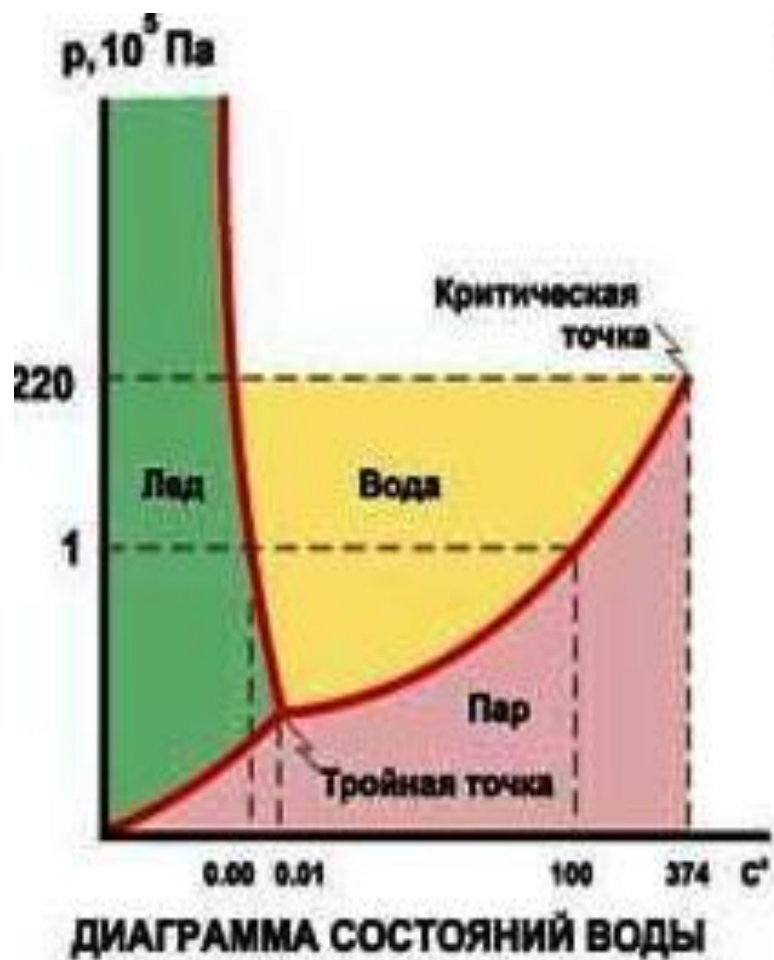
# Зависимость параметров состояния (фазы) вещества.

Диаграмма состояний

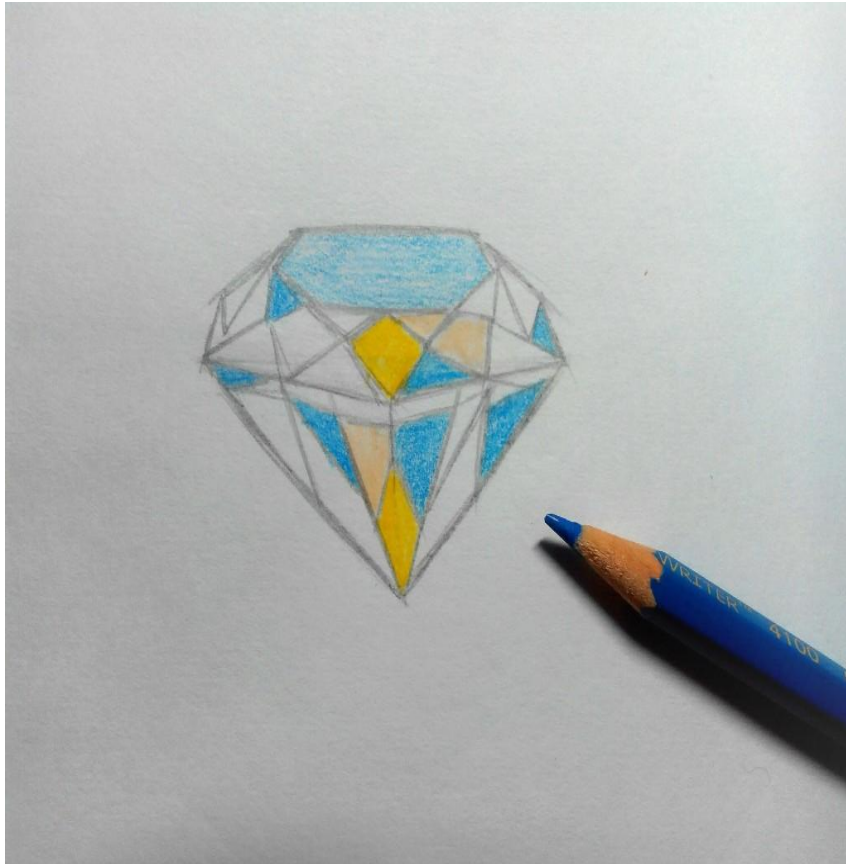




# Фазы воды.

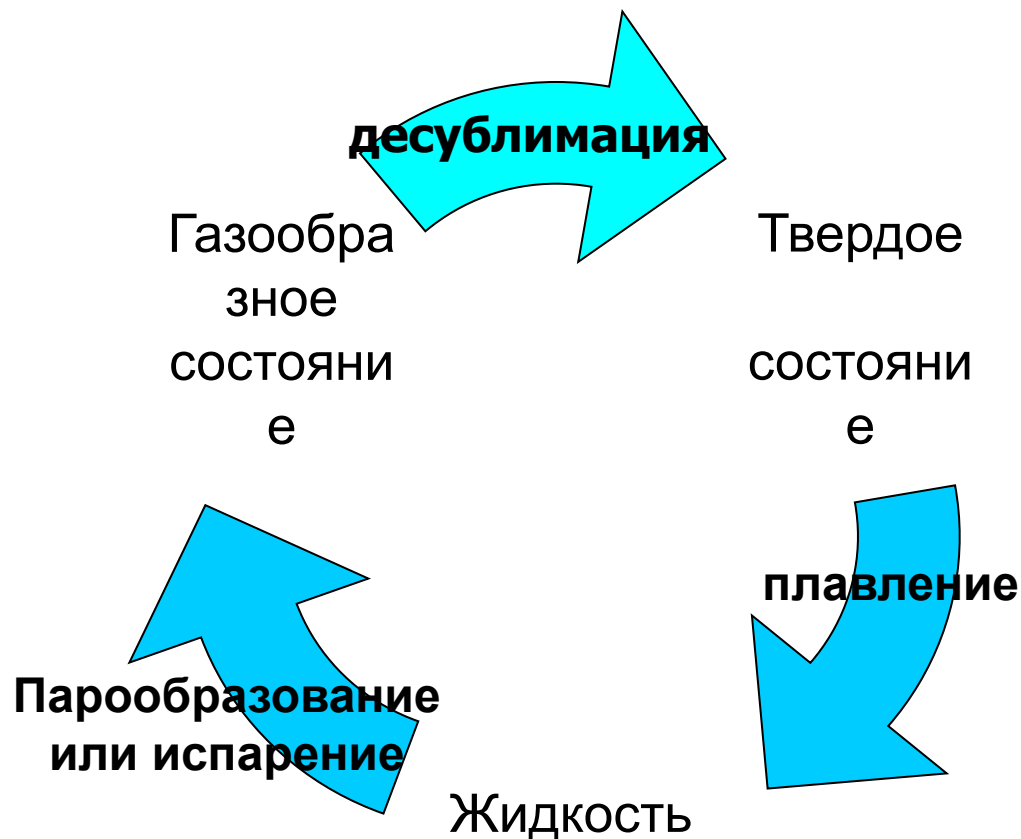


# Фазы углерода.

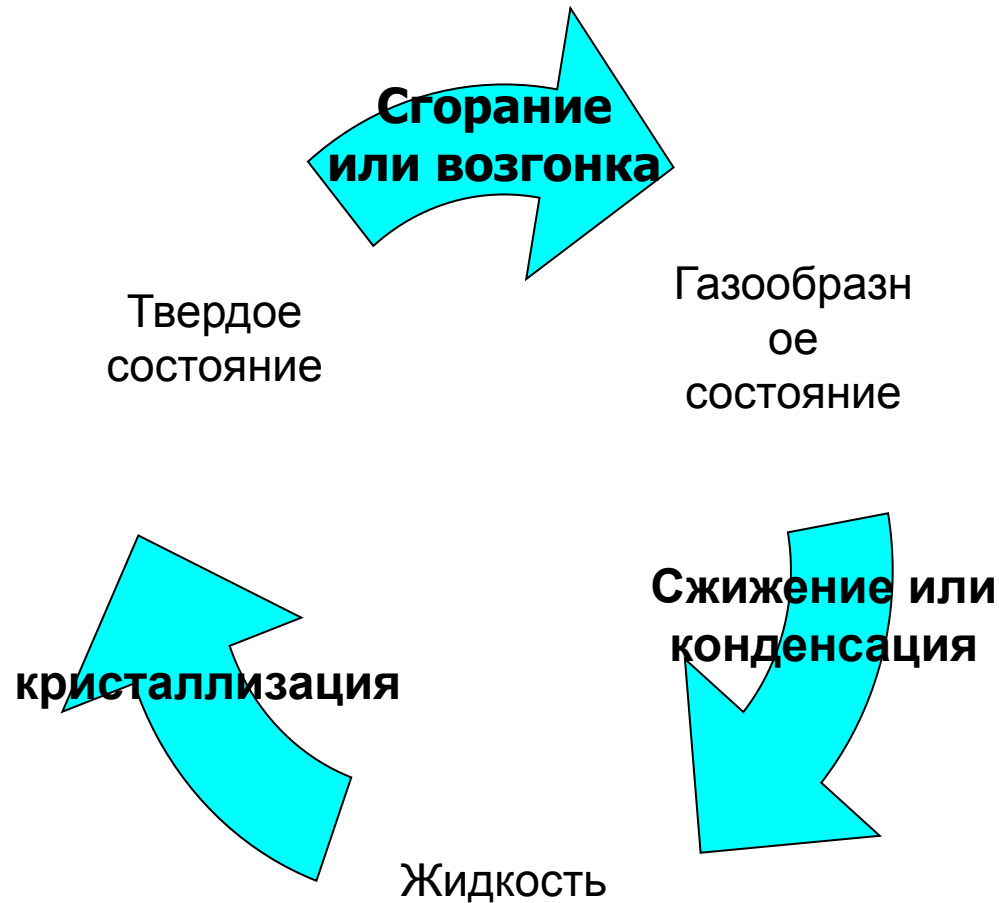




# Переходы вещества из одного состояния (фазы) в другое состояние.



# Обратимость фазовых переходов.



**Количество теплоты фазовых переходов первого рода ( $Q>0$ ), второго рода ( $Q<0$ ).**

$$Q = \lambda m$$



$$Q = rm$$





$$Q = qm$$

