

Тема 4. Фазовые переходы.

4.1. Изменение агрегатного состояния вещества



Основные процессы изменения агрегатного состояния вещества:

1. Испарение (сублимация).
2. Конденсация.
3. Плавление.
4. Затвердевание (кристаллизация).

1. **Испарение** (парообразование) – отрыв молекул от поверхности жидкости и переход в окружающее пространство (при любой температуре).

Для твердых тел это явление называется **сублимация** или **возгонка**.

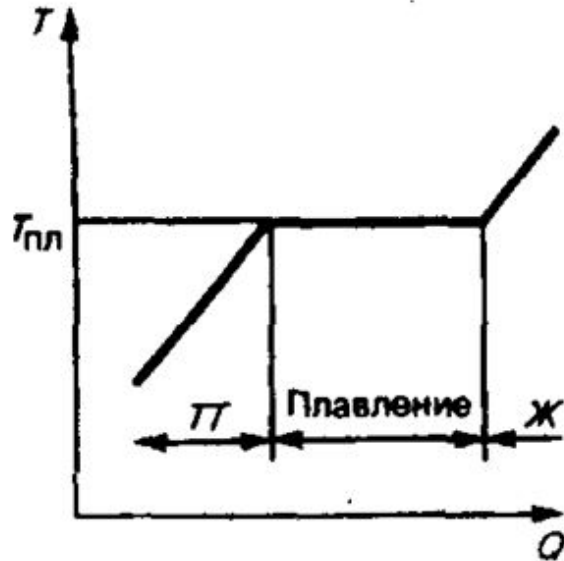
2. **Конденсация** - превращение пара в жидкость

Если число молекул, покидающих жидкость за единицу времени через единицу поверхности, равно числу молекул, переходящих из пара в жидкость, то наступает **динамическое равновесие** между процессами испарения и конденсации.

Пар, находящийся в равновесии со своей жидкостью, называется **насыщенным**.

3. Плавление.

При повышении температуры амплитуда колебаний частиц увеличивается до тех пор, пока кристаллическая решетка не разрушится, твердое тело плавится.



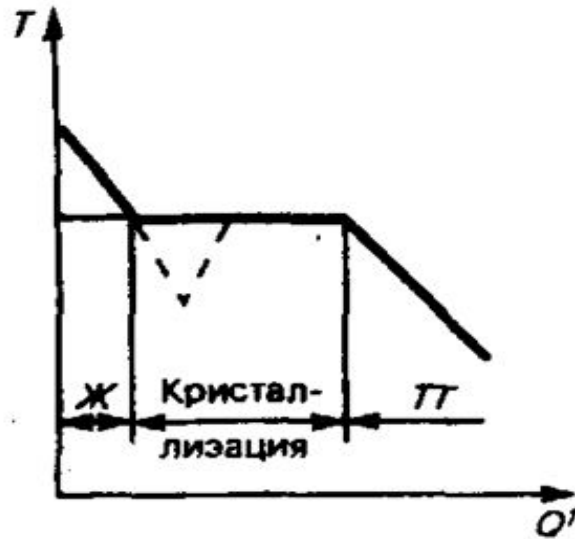
Зависимость $T(Q)$

Q — количество теплоты, получаемое телом при плавлении.

Температура $T_{\text{пл}}$ остается постоянной до тех пор, пока весь кристалл не расплавится, и только тогда температура жидкости вновь начнет повышаться.

Количество теплоты, необходимое для расплавления 1 кг вещества, называется **удельной теплотой плавления**.

4. Затвердевание (кристаллизация).



Зависимость $T(Q')$

Q' — количество теплоты, отдаваемое телом при кристаллизации.

При постоянной температуре, равной $T_{пл}$, начинается кристаллизация.

Центры кристаллизации - кристаллические зародыши (кристаллики вещества, примеси, пыль, сажа и т. д.)

Переохлажденная жидкость – аморфные твердые тела.

4.2. Фазовые переходы I и II рода

Фазой называется равновесное состояние вещества, отличающееся по физическим свойствам от других возможных равновесных состояний того же вещества.

Фазовый переход – качественное изменение свойств вещества при переходе из одной фазы в другую:

- Изменение агрегатного состояния вещества
- Переход кристаллического вещества из одной модификации в другую

Фазовые переходы I рода

– это переход, сопровождающийся поглощением или выделением теплоты.

Фазовые переходы I рода характеризуются постоянством **температуры, изменениями энтропии и объема.**

Примеры: плавление, кристаллизация и т. п.

В переходах I рода вещество переходит из более упорядоченного кристаллического состояния в менее упорядоченное жидкое состояние. Степень беспорядка увеличивается, т. е., энтропия системы возрастает.

Фазовые переходы II рода

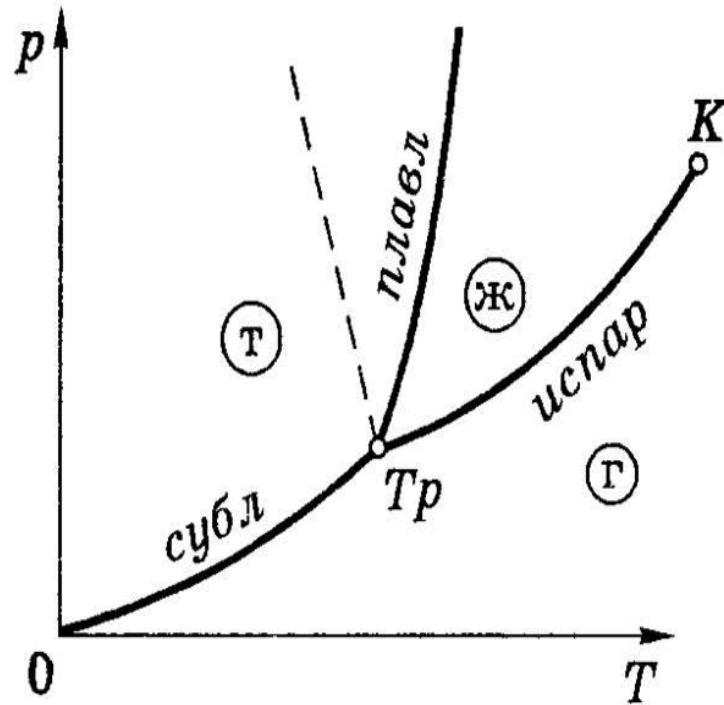
Эти переходы характеризуются постоянством объема и энтропии, но скачкообразным изменением **теплоемкости**.

Примеры:

1. Переход ферромагнитных веществ (железа, никеля) при определенных давлении и температуре в парамагнитное состояние.
2. Переход металлов и некоторых сплавов при температуре, близкой к 0 К, в сверхпроводящее состояние, характеризующееся уменьшением сопротивления до нуля.
3. Превращение жидкого гелия I при $T = 2,9$ К в другую жидкую сверхтекучую модификацию гелий II.

4.3. Диаграмма состояния. Тройная точка.

Диаграмма состояния используется для наглядного изображения фазовых превращений.

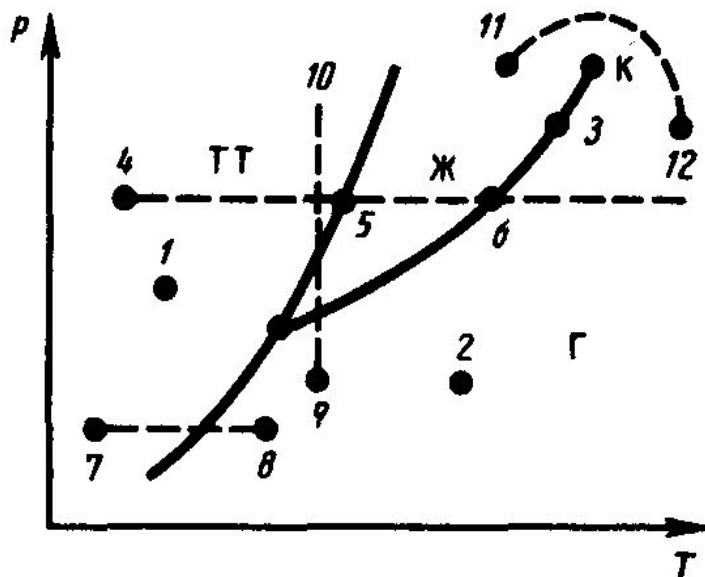


На диаграмме представлены кривые испарения (КИ), плавления (КП) и сублимации (КС).

Эти кривые называются **кривыми фазового равновесия.**

Точка пересечения кривых называется **тройной точкой.** Каждое вещество имеет только одну тройную точку.

Диаграмма состояния, полученная в результате эксперимента, позволяет судить о том, в каком состоянии находится данное вещество при определенных p и T , а также какие фазовые переходы будут происходить при том или ином процессе.

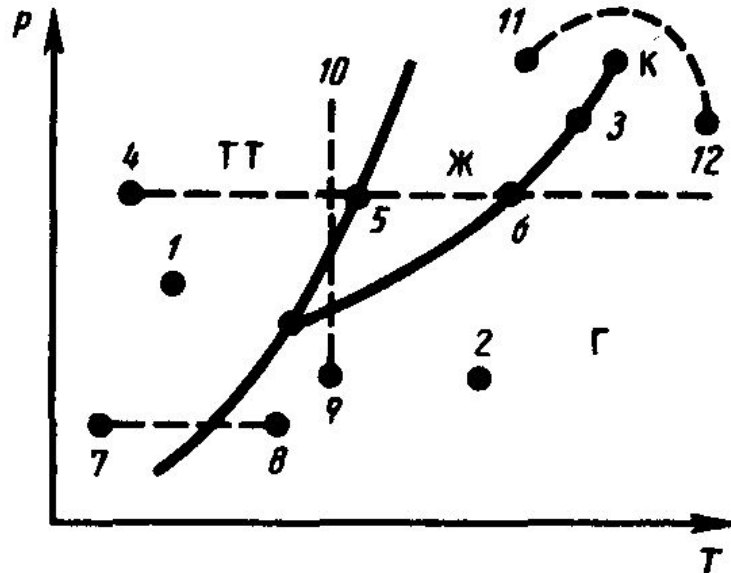


Например,

1 - в твердом состоянии,
2 - в газообразном,
3 - одновременно в жидком и газообразном состояниях.

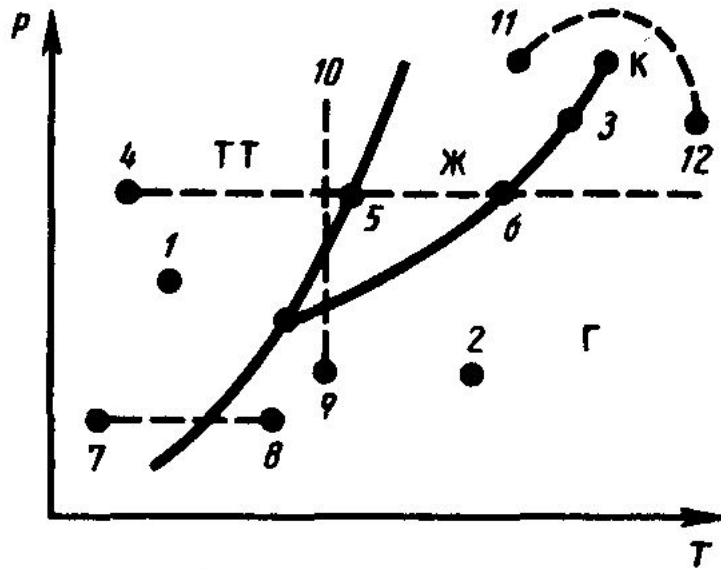
Изобарное нагревание 4—5—6:
в точке 5 - вещество плавится,
в точке 6 - начинает превращаться в газ.

7—8 - кристалл
превращается в газ минуя
жидкую фазу.



9—10 вещество пройдет
следующие три состояния:
газ — жидкость —
кристаллическое
состояние.

Кривая испарения заканчивается в критической точке K , кривая плавления уходит в бесконечность, а кривая сублимации идет в точку, где $p=0$ и $T=0$ К.



Возможен *непрерывный* переход вещества из жидкого состояния в газообразное и обратно в обход критической точки, без пересечения кривой испарения (переход $11—12$).

Переход кристаллического состояния в жидкое или газообразное может быть только скачкообразным (в результате фазового перехода).