

Лекция №17.

Агрегатные состояния вещества. Условия равновесия фаз. Явления на границе раздела газа, жидкости и твердого тела. Капиллярные явления. Фазовые переходы первого и второго рода. Анизотропные состояния. Критические явления при фазовых переходах.

Агрегатные состояния.

- состояния, отличающиеся друг от друга по своим физическим (механическим) свойствам.

Виды: жидкое, твердое, газообразное, плазма.

Плазма - сильно ионизированный газ с высокой относительной концентрацией заряженных частиц, который электрически нейтрален.

Ближайший порядок - некоторое упорядочение положения ближайших частиц. (В жидкостях)

В твердых кристал. телах дальний порядок.

Кристаллическая решетка - упорядоченная решетчатая структура.

Аморфное тело долговременно сохраняет форму, но при этом их атомы не образуют упорядоченную кристаллическую решетку.

Жидкие кристаллы имеют свойства, общие с жидкостями, но у них характерно наличие анизотропных свойств.

Условия равновесия фаз.

Фаза - макроскопическая часть среды (вещества), имеющая однородный физико-химический состав.

Однородная система - система с однородной средой во всех точках. Если 2 граничащие среды - ^{гетерогенная} двухфазная система.

Состояние термодинамич. равновесия^{системы} - состояние термодин. систем, при котором через границы не происходит переноса и фазы в сост. термодинамич. равновесия.

Для равновесия фаз необходимо:

① равенство температур с разн. сторон. границы

$$p_2 = p_1 + \Delta p_{12}$$

Δp_{12} - зап. давление, создаваемое метороэоват границей

Термодинамич. потенциал Гиббса: $G = U + pV - TS$

удельный термодинамич. потенциал:

$$\Phi(p, T) = \frac{G(p, T)}{m}$$

① Фазовый переход 1^{ого} рода

$$\left(\frac{\partial \Phi_1}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial T}\right)_p \text{ и } \left(\frac{\partial \Phi_1}{\partial p}\right)_T = \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial p}\right)_T$$

② Фазовый переход 2^{ого} рода

1^{ый} произв. удельн. терм. потенциалов одинаковые, а 2^{ой} произв. различны.

явления на границе раздела газа, жидкости и тв. тела.

Поверхность жидкости стремится принять форму минимальной площади (силы поверхностного натяжения)

$$\delta A = \sigma \cdot dS$$

σ - коэффициент поверхностного натяжения жидкости

A - работа внешних сил

S - изменение площади поверхности жидкости

$F = \sigma \cdot L$ - сила поверхностного натяжения

Капиллярный эффект: в зависимости от того, смачивает ли жидкость стенки капилляра или нет, внутри капилляра поверхность жидкости приобретает соотв. выпуклую или вогнутую форму.

$$\Delta p = \frac{2\sigma_{12}}{R} \text{ - формула Лапласа}$$

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ - обобщенная формула Лапласа}$$

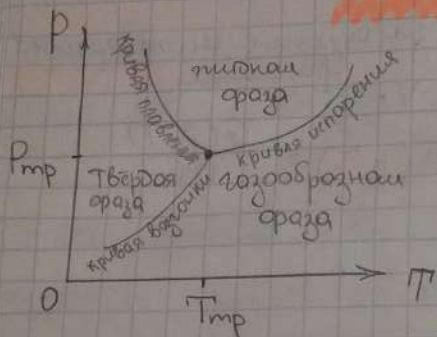
Фазовые переходы 1^{ого} рода

$$\frac{dp}{dT} = \frac{q_{12}}{T(V_2 - V_1)} - \text{ур-е Кипячения-Клайзюса}$$

$$q = \frac{Q}{M} - \text{удельная теплота фазового перехода}$$

V_1 и V_2 - удельный объем

Диаграммы состояния.



Точка $(T_{тр}, P_{тр})$ - тройная точка

Поллиморфизм - свойство вещ-ва иметь несколько кристаллических

модификаций

Поллиморфное превращение - переход из $1^{ой}$

кристал. модификации в другую.

Метастабильное состояние - состояние, при котором 1 фаза существует в области температур и давлений другой фазы.

Температура абсолютного кипения - температура, при которой плотность насыщенного пара возрастает и плотность пара становится равной плотности жидкости.

Разовые переходы 2^{ого} рода.

При таком переходе все свойства вещества изменяются непрерывными образом во всем объеме \Rightarrow нет метастабильных состояний.

Критические явления при фазовых переходах.

При приближении к критической точке при фазовом переходе резко возрастает флуктуация

Ответы на контрольные вопросы:

- 1) Твердое агрегатн. сост. сохраняет свою форму и объем; жидкое - сохраняет объем, но не форму; газы - не имеют собственных объема и формы

Формула Ленарда-Джонса:

$$F(r) = 4\epsilon \left(\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right)$$

σ - диаметр молекулы

ϵ - глубина межмолекулярного потенциала

Описывает взаимодействие молекул.

Ближний порядок - некоторое упорядочение положения ближайших частиц. В дальнем порядке - дальних частиц.

② Фаза термодинамической системы - макроскопическая часть среды (вещ-ва), имеющая однородный физ.-хим. состав. Условия термодинамич. равновесия фаз:

1) равенство температур с разных сторон границы

2) $p_2 = p_1 + \Delta p$

Критерий фаз Гиббса: число степеней свободы i равновесной терм. сист., на котор. из внешних факторов влияют только p и T , равно: числу

$$i = K - \Phi + 2$$

K - число независимых компонентов

Φ - число равновесных фаз

③ Причиной возникновения капиллярного явления является смачивание - явление, происходящее на границе.

Формула Лапласа: $\Delta p = \frac{2\sigma_{12}}{R}$

Дополнительное давление, создаваемое искривлённой поверхностью жидкости.

④ Фазовый переход - переход вещ-ва из 1^{ой} термодинамич. фазы в другую при изменении внешних условий.

Фазовый переход 1^{ого} рода: $\left(\frac{\partial \Phi_1}{\partial T} \right)_p \neq \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial T} \right)_p$ и $\left(\frac{\partial \Phi_1}{\partial T} \right)_T \neq \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial T} \right)_T$

Фазовый переход 2^{ого} рода: 1^{ые} производные удельн. термодин. потенциалов одинаковые, а 2^{ые} производные различны

Температура Кюри - температура фазового перехода 2^{ого} рода, связанного с изменением свойств симметрии вещества.

Ур-е Клайперона-Клаузиуса: $\frac{dp}{dT} = \frac{q_{12}}{T(V_2 - V_1)}$

Более холодная вода вытесняется на поверхность, замедляет. Т.к. лёд менее плотный, чем вода, остаётся на поверхности.

⑤ Температура кипения - температура, при которой плотность насыщенного пара возрастает и плотность пара становится равной плотности жидкости.

Точка росы - температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.