

# Лекция 54.

Сила Ван-дер-Ваальса.

$$W_{np} \sim \frac{A}{r^6}$$

$$W_{отталкив.} \sim \frac{B}{r^{12}}, \quad 12 \sim 12$$

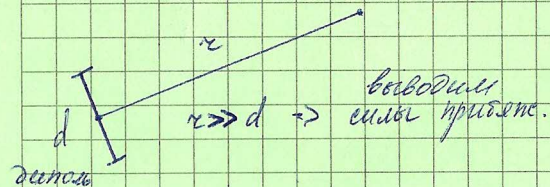
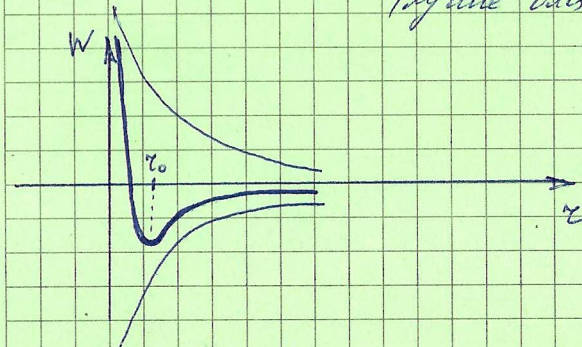
$$W = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}} \quad \text{потенциал Леннард-Джонса}$$

(лучше на больших  $r$ )

$$W_{отталкив.} \sim \exp\{-kr\}, \quad k \sim 6$$

$$W = -\frac{A}{r^6} + B \exp\{-kr\} \quad \text{потенциал Баккинелла}$$

(лучше для малых  $r$ )



$r \sim d \Rightarrow$  свободное взаимодействие

Допущения:

$$\alpha_{\perp} = \alpha_{\parallel}$$

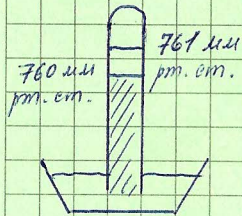
$$-\frac{A}{r^6} \Rightarrow -\frac{A}{r^7} \quad \text{потенциал Казимира}$$



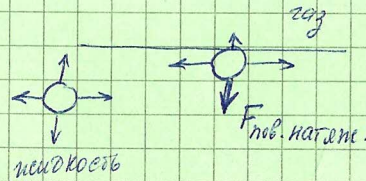
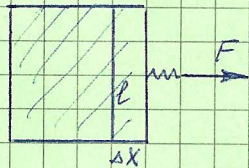
## Свойства жидкостей.

По своим св-вам жидкость гораздо ближе к тв. телу, чем к газу. Не удаётся отказать составные жидкости с помощью упр-ий состав- ный газ.

- 1)  $L_{г-ж} < L_{ж-г}$  теплоты фазовых переходов.
- 2)  $\Delta C_{г-ж} \ll \Delta C_{ж-г}$  теплоёмкости
- 3) Жидкость обладает св-вом разбегания.



4) У жидкости, как и у тв. тела, есть поверхность.



$\gamma$  - коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

$$\gamma = \frac{A}{\Delta S}$$

$$A = F \Delta x; \Delta S = l \cdot \Delta x \Rightarrow \gamma = \frac{F}{l}$$

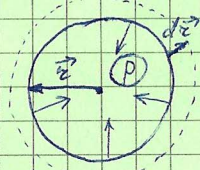
$$U = F + T \cdot \frac{\partial F}{\partial T}$$

ур-ие Гельмгольца

внутр. энергия      свобод. энергия

$$U_{л} = \gamma + T \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial T}$$

Под искривлённой поверхностью жидкости существует дополнительное давление.



$$dA = p \cdot dV$$

$$dA = \sigma \cdot dS = \gamma \cdot dS$$

\*  $\sigma$  и  $\gamma$  - одно и то же, разного разное обозначение.

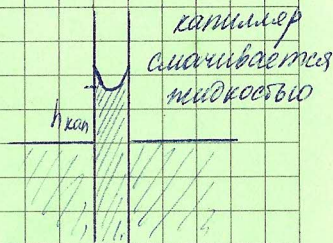
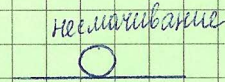
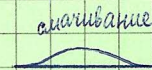
$$p \cdot dV = \gamma \cdot dS$$

$$dV = \left( \frac{4}{3} \pi r^3 \right)' dr = 4 \pi r^2 dr$$

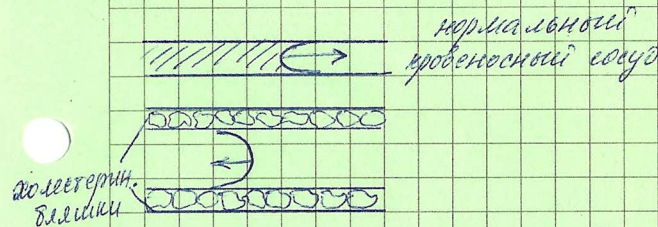
$$dS = (4 \pi r^2)' dr = 8 \pi r dr$$

$$p \cdot 4 \pi r^2 dr = \gamma \cdot 8 \pi r dr$$

$$p = \frac{2\gamma}{r}$$



$$\rho g h_{\text{кап}} = \frac{2\gamma}{r} \Rightarrow h_{\text{кап}} = \frac{2\gamma}{\rho g r}$$





$$\ln \frac{p'}{p} = \frac{\Delta \gamma V_m}{2RT} ; \quad \begin{array}{l} p' - \text{давление под мениск.} \\ \text{пов.-тью;} \\ p - \text{давление над пов.-тью} \end{array}$$

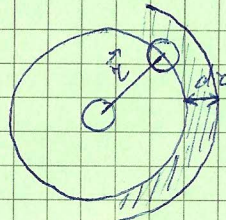
уравнение Кельвина

Мениске: рентгенограмма пенки

В жидкости есть только Брэгговский период.

$$2d \cdot \sin \theta = m \lambda$$

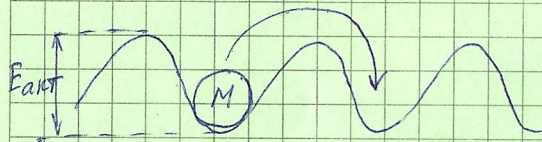
отношение  
Вульфа - Брэгга



$g(z)$  - корреляционная ф-ция, показывает вероятность того, что на расстоянии  $z$  от молекулы находится еще одна молекула

$$d\omega = 4\pi z^2 dz \cdot g(z) - \text{плотность вер-ти нахождения еще одной молекулы жидкости в шаровом слое толщиной } dz.$$

Теория Френкеля



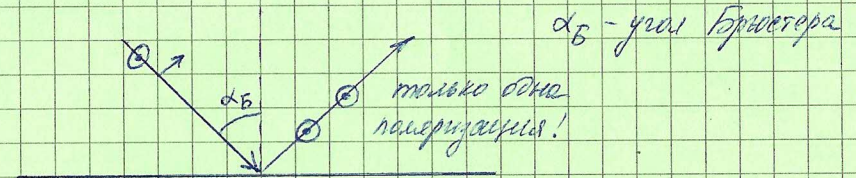
$\tau$  - время корреляции, время, в течение которого молекула находится на своем месте.

$$\tau = \tau_0 \exp \left\{ \frac{E_{\text{акт}}}{kT} \right\}$$

$$\tau_0 \sim 10^{-14} \text{ с для воды}$$

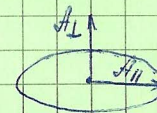
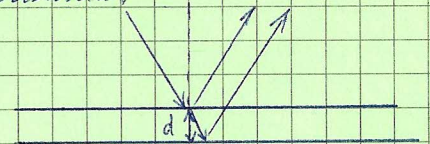
$\tau \sim 10^{-12}$  с для воды при комнатной температуре

В интервале температур  $(-10 \div 0)^\circ \text{C}$  на поверхности льда есть слой воды с  $\tau \sim 10^{-8}$  с. Поэтому лёд очень скользкий в этих условиях.



При отражении от пов-ти жидкости свет выходит эллиптически поляризованным.

Кельвин  
Макс  
Раман



$$\Delta = \delta_{\perp} - \delta_{\parallel} \text{ разность фаз}$$

$$\varphi = \ln \frac{A_{\perp}}{A_{\parallel}} \text{ отношение амплитуд.}$$

Эллипсометрия - метод изучения тонких плёнок

Теоретические методы описания  
жидкостей.

Лит-ра: 1. Межмолекулярные силы. - Мир, 1985.