

Реальные газы, жидкости и твердые тела

Идеальный газ - нет (пренебрегаем, $d \ll r$)
потенциального взаимодействия
между молекулами

Модель идеального газа неприменима при высоких давлениях и низких температурах.

При нормальных условиях в $V=1 \text{ м}^3$ находится $2,69 \times 10^{25}$ молекул, которые имеют объем $v_0 = 10^{-4} \text{ м}^3$
 $v_0 \ll V$, можно применить модель идеального газа.

При давлении $p = 500 \text{ МПа}$ в объеме $V = 1 \text{ м}^3$ количество молекул будет таким, чтобы были

заполнять объем $v_0 = 0,5 \text{ м}^3$, $v_0 \approx V$, модель идеального газа в этом случае уже неприменима. Здесь необходимо учитывать силы межмолекулярного взаимодействия, которые проявляются на расстояниях меньше 10^{-9} м . Размеры молекул - порядка 10^{-10} м . Силы взаимодействия между молекулами короткодействующие.

Рассмотрим силы взаимодействия между молекулами. Между молекулами существуют силы притяжения и ~~сил~~ силы отталкивания.

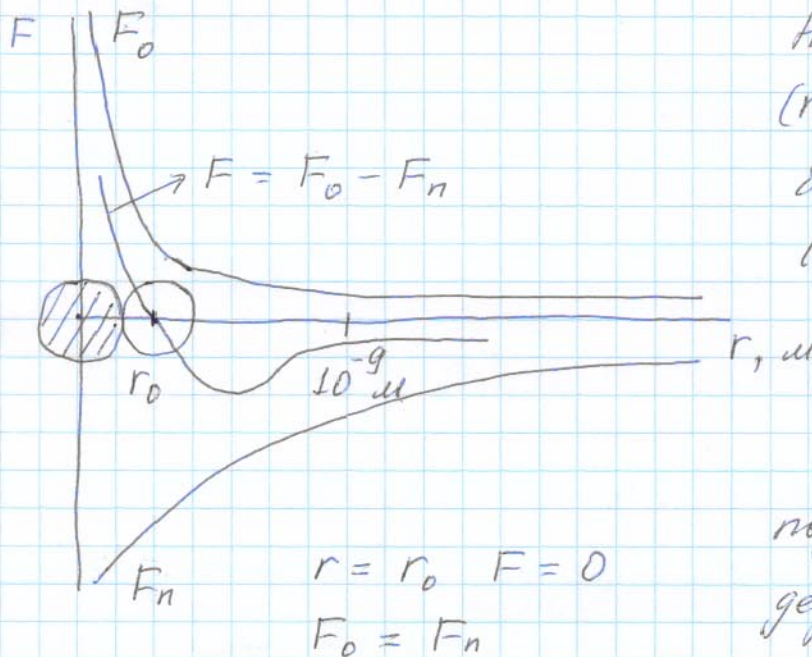
Пусть молекула 1 в виде шара находится в полукосекии $r=0$. Молекула 2 находится на расстоянии r от первой молекулы. Размеры молекул определяются размерами электронных оболочек. Рассмотрим как меняются силы притяжения и отталкивания при сближении молекул (см. рисунок)

F_0 - сила отталкивания, $F_0 > 0$

F_n - сила притяжения, $F_n < 0$

$\vec{F} = \vec{F}_0 + \vec{F}_n$ и ~~$F = F_0 + F_n$~~ $F = F_0 - F_n$

\vec{F} - результирующая сила $r_0 = d$ - диаметр молекул



На больших расстояниях ($r > r_0$) силы притяжения больше сил отталкивания (по модулю)

При сближении молекул растут F_n и F_0 . При расстояниях порядка r_0 происходит деформация электронных оболочек и F_0 растут быстрее, чем F_n

r_0 - равновесное расстояние

$r > r_0$ $F < 0$ (силы притяжения)

$r < r_0$ $F > 0$ (силы отталкивания)

При $r > 10^{-9}$ м $F \rightarrow 0$

Результирующая сила F при $r = r_0$ равна нулю.
Зависимость $F = F(r)$ имеет минимум.

При сближении молекул на dr совершается работа $dA = F dr = -dW_n$

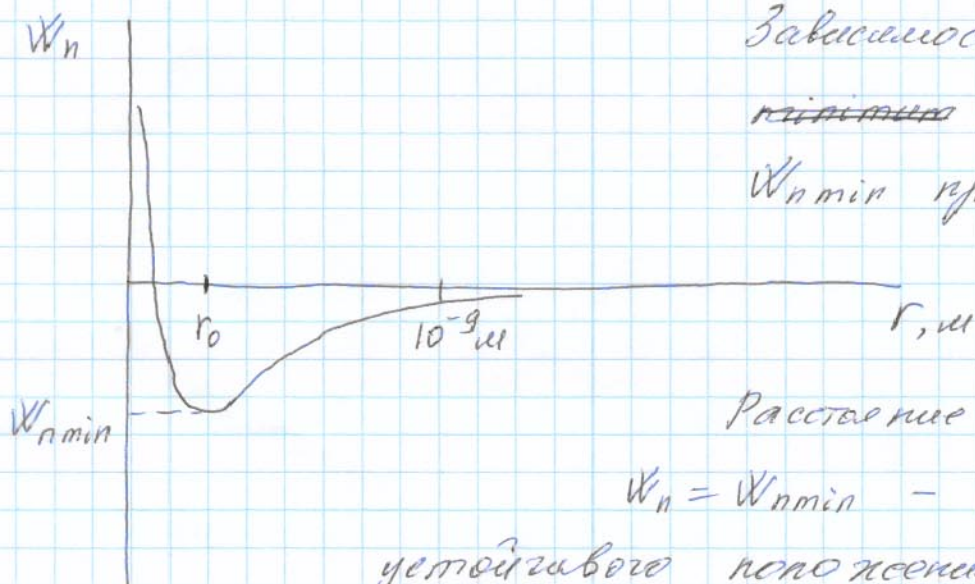
Согласно закону сохранения энергии работа равна убыли потенциальной энергии $-dW_n$

При $r \rightarrow \infty$ $W_n = 0$

Сближаем молекулы $F < 0$ $dA = F dr > 0$
и $W_n < 0$. W_n достигает максимума где $r = r_0$
Система из двух молекул будет устойчива

где $r = r_0$; $W_n = W_{n \min}$

Ниже на рисунке ~~нез~~ показана зависимость W_n от расстояния между молекулами r .



Зависимость имеет ~~минимум~~ минимум $W_{n \min}$ при $r = r_0$

Расстояние $r = r_0$, когда

$W_n = W_{n \min}$ - расстояние

устойчивого положения двух молекул,

$F = 0$

Вещество может находиться в разных агрегатных состояниях: газ, жидкость, твердое тело. Это определяется соотношением двух величин: W_{min} и kT .

kT определяет среднюю энергию хаотического теплового движения.

W_{min} определяет работу, которую надо совершить, чтобы развести молекулы. Есть три варианта.

1. $W_{\text{min}} \ll kT$ - Вещество находится в газообразном состоянии.

2. $W_{\text{min}} \approx kT$ - Жидкость. Молекулы не могут расходиться на расстояния больше r_0 .

3. $W_{\text{min}} \gg kT$ - Твердое тело. Молекулы располагаются в строгом порядке, образуя кристаллическую решетку.

В зависимости от температуры вещества оно может находиться в разных агрегатных состояниях.

Если W_{min} велико при комнатной температуре, то твердое тело (металлы).

Если W_{min} мало при комнатной температуре, то будет газ.

Изменение температуры может приводить к изменению агрегатного состояния (лед - вода - пар)