

НАҚТЫ ГАЗДАР

Газдардың қасиеттерінің идеалдықтан ауытқуы

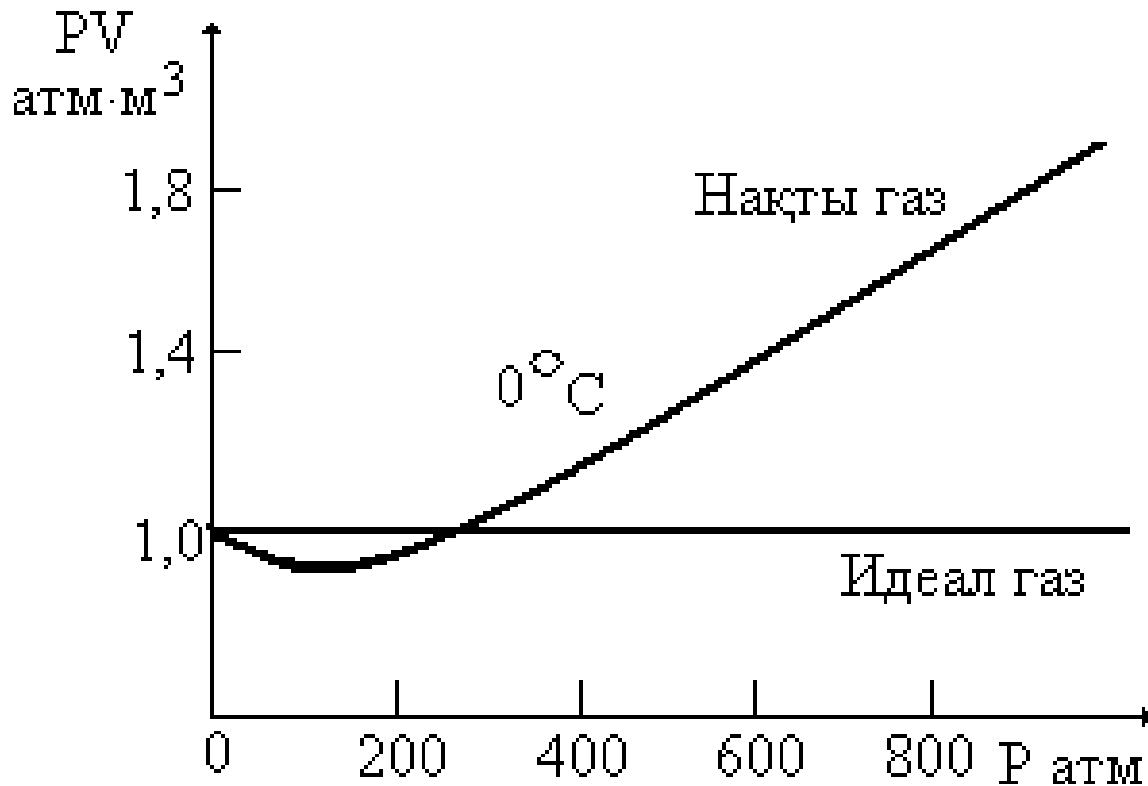
Газдың қасиеттерінің идеалдықтан ауытқуын Z сығылғыштық коэффициенті арқылы көрсетуге болады:

$$Z = \frac{p\nu}{RT} \quad (1)$$

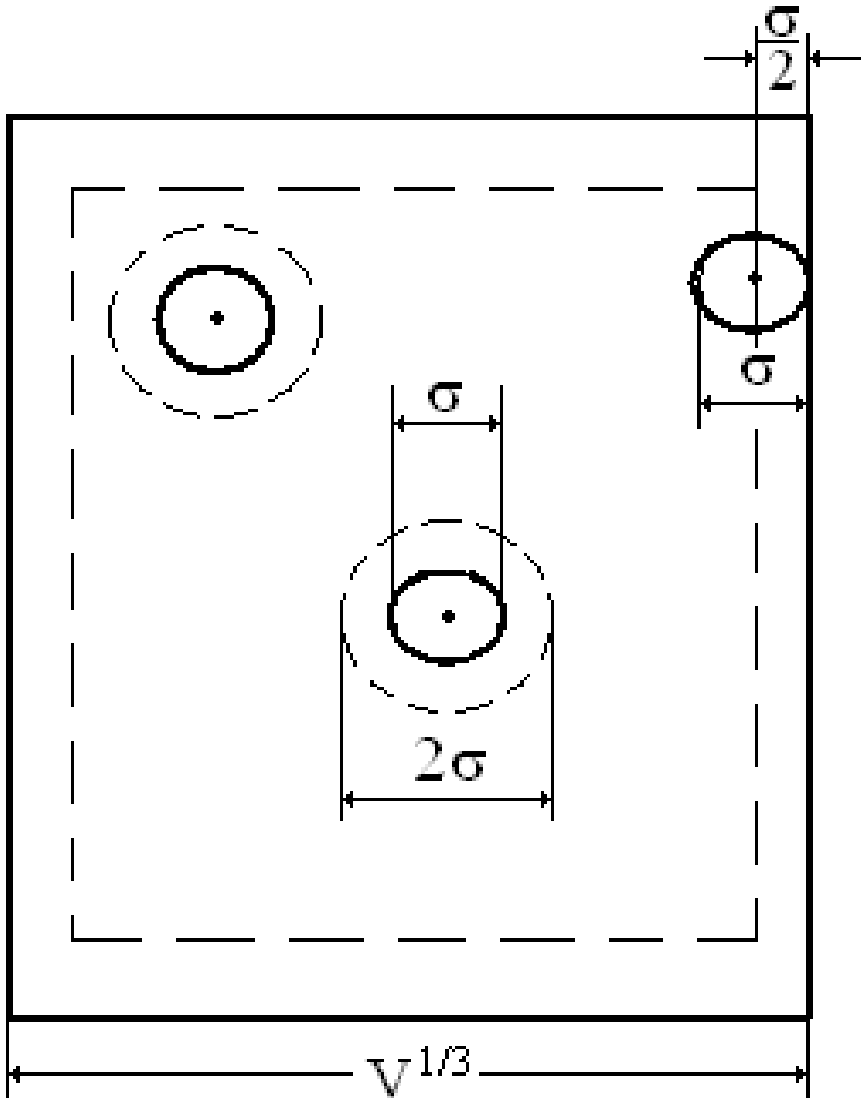
Идеал газдың сығылғыштық коэффициенті $Z=1$.

Экспериментте газдың (сұйықтың) сығылғыштық коэффициентінің келтірілген температура τ мен келтірілген қысымға π тәуелділігі жиі зерттеледі:

$$Z = f(\tau, \pi) \quad (2) \quad \pi = \frac{p}{p_0} \quad \tau = \frac{T}{T_K}$$



Нақты газдың молекулаларының көлемінің ықпалын келесі мысалдан көруге болады



жәшіктегі молекуланың
 центрі мына көлемде қане
 қозғала алады

$$\left(V^{1/3} - \sigma \right)^3$$

(3)

$$\left(V^{1/3} - \sigma \right)^3 - \frac{N}{2} \frac{4}{3} \pi \sigma^3 \approx V - \frac{2}{3} \pi N \sigma^3 \quad (3)$$

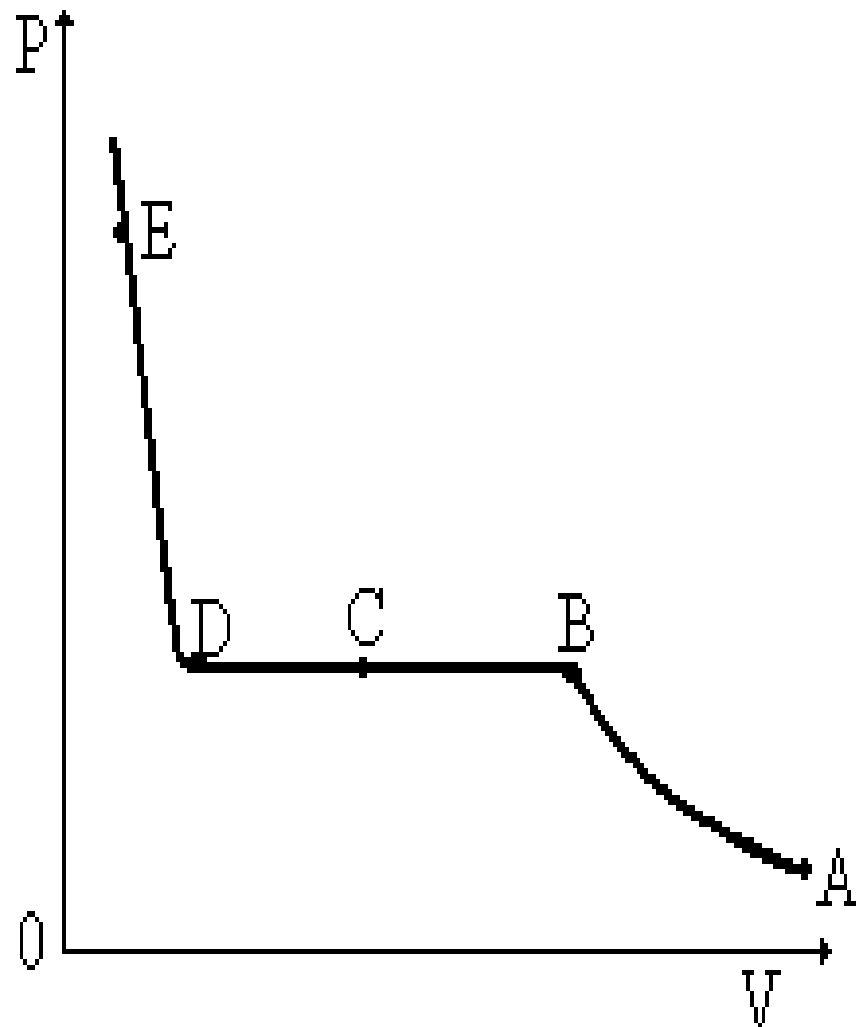
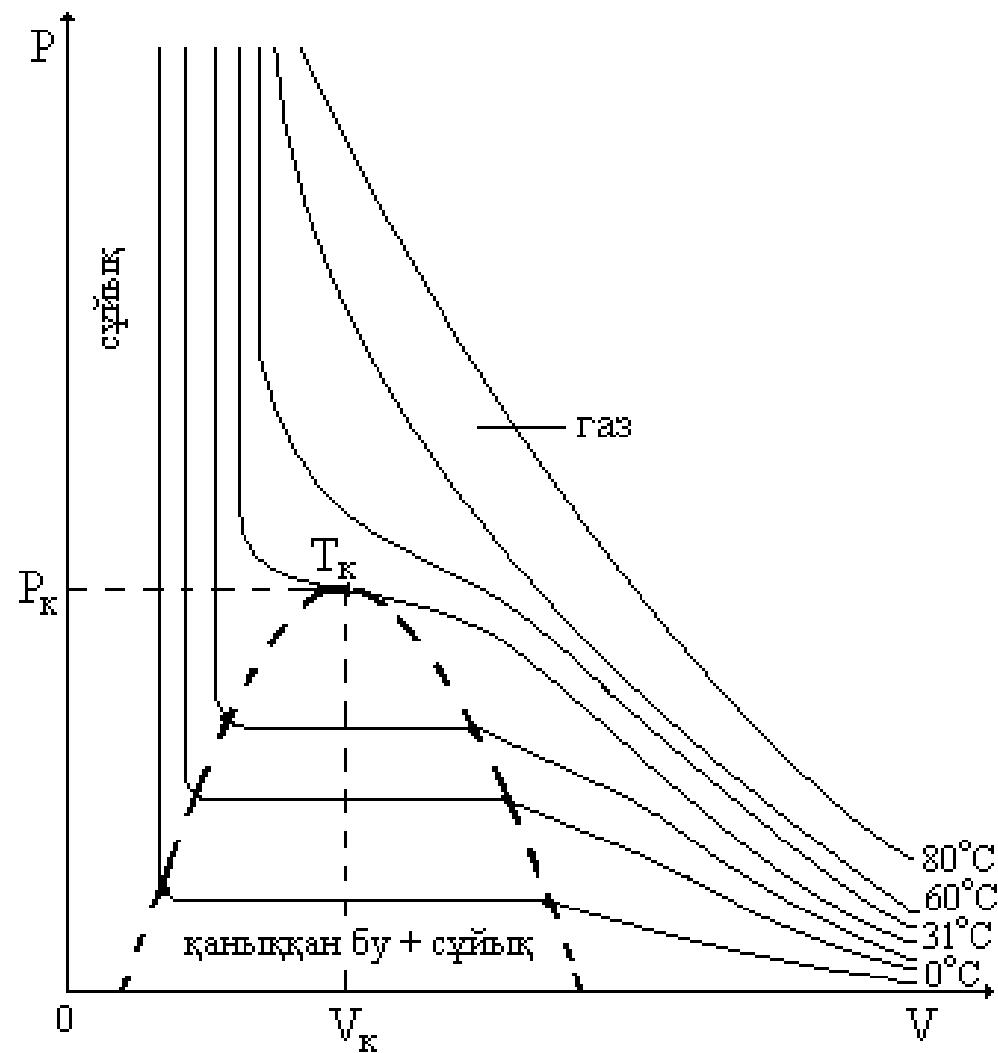
$$b = \frac{2}{3} \pi N \sigma^3 \quad (4) \quad \text{молекулалардың «өзіндік көлемі»}$$

Мысал. қалыпты жағдайда көлемі 1 см^3 газда $n = 2,68 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ (Лошмидт саны) молекула орналасады. Молекуланың диаметрі $3 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ -ге жуық.

Барлық молекулалардың өзіндік көлемі:

$$V = n \frac{\pi}{6} d^3 = \frac{2,68 \cdot 10^{19} \cdot 3,14 \cdot 3^3 \cdot 10^{-24}}{6} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3.$$

Эндрюстің эксперименттік изотермдері. Нақты газдар изотермдерін талдау



Тәжірибелер қорытындысы бойынша критикалық нүктеде

$$\left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T = 0 \quad \text{және} \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2} \right)_T = 0 \quad (5)$$

Осы (5)-ші шарттар бойынша нақты газ күйінің теңдеуінен критикалық параметрлерді анықтайды.

Молекулааралық өзара әрекеттесу күштері мен потенциалдары

Нақты газдардың сұйыққа айналуы үлкен қашықта молекулалар арасында тартылыс күштері болатыны туралы болжау жасатады. Екі сфералық молекула арасындағы *өзара әрекеттесу* F күші молекулааралық қашықтықтың r функциясы болады.

$$F(r) = -\frac{d\varphi}{dr}$$

өзара әрекеттесу күші

$$\varphi(r) = \int_r^{\infty} F(r) dr \quad (6)$$

өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясы

Молекулааралық күштер

алыстан әсерлесу күші

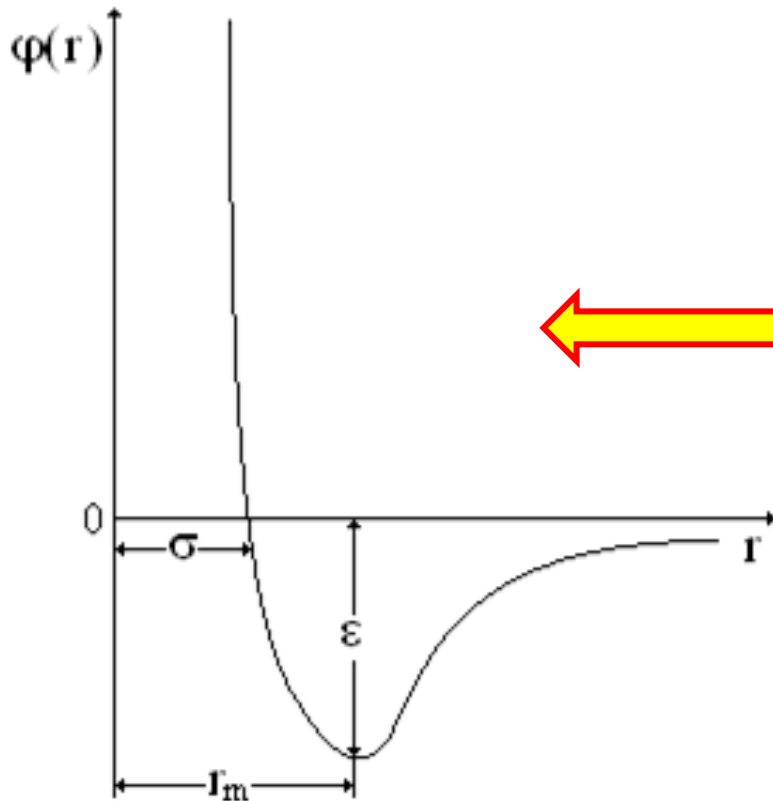
Егер электронды бұлттары қиылыспайтын қашықта екі молекула орналасса, онда олардың арасында алыстан әсерлесу күштері немесе өзара тартылыс күштері байқалады.

қысқа әсер күші

Молекулалар жақындасқанда, олардың электрондық бұлттары жанасып, бір-бірін бүркеуі мүмкін, осы кезде өзара *қысқа әсер күштері* немесе өзара *тебу күштері* байқалады. Бұл тебу күштерін *валенттік күштер* немесе *химиялық күштер* деп те атайды.

Тартылыс күштері молекулааралық қашықтықтың әр түрлі дәрежесіне кері пропорционал өзгереді және теріс таңбалы:

$$F(r)_{\text{тарт}} = -\frac{A}{r^a} \quad (7)$$



Екі молекуланың өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясының өзгеруі

Тебу күштері молекулааралық қашықтықтың әр түрлі дәрежесіне кері пропорционал өзгереді және оң таңбалы:

$$F(r)_{\text{тебу}} = \frac{B}{r^b} \quad a < b. \quad (8)$$

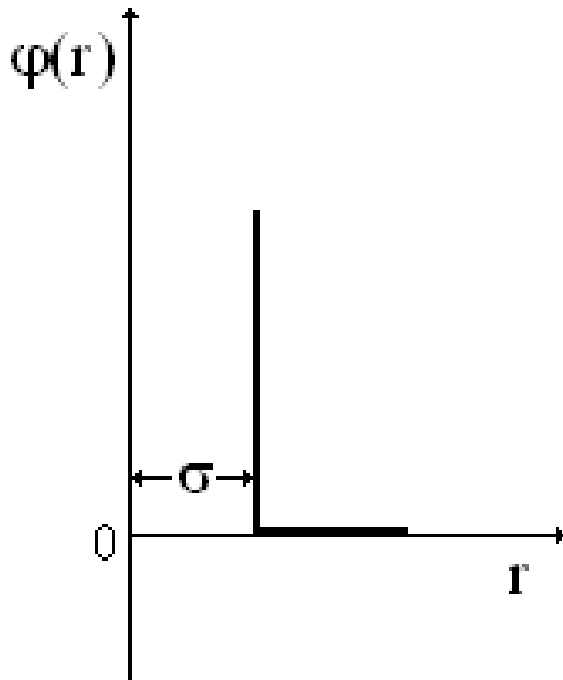
(6)-шы өрнек бойынша молекулалардың өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясын (7) мен (8)-ді интегралдап табамыз:

$$\varphi(r)_{\text{тапт}} = -\frac{A}{r^{a-1}} \quad \varphi(r)_{\text{тебу}} = \frac{B}{r^{b-1}} \quad (9)$$

Молекулааралық өзара әрекеттесуінің эмпирикалық потенциалдары

Заттың қасиеттерін экспериментте зерттегенде әр түрлі шамаларды есептеу үшін молекулааралық өзара әрекеттесу потенциалын қолдану қажет болады. Газ бен сұйықтардың қасиеттерін зерттеу үшін молекулалық физикада бірнеше эмпирикалық потенциалдар қолданады.

Қатты сфералар

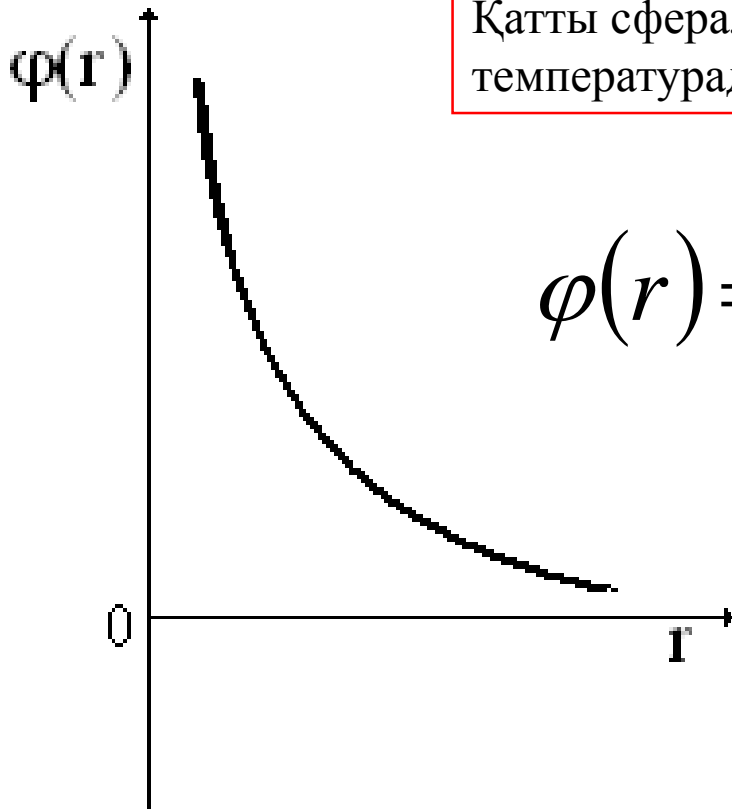


$$\begin{aligned} \varphi(r) &= \infty & \text{егер} & \quad r < \sigma \\ \varphi(r) &= 0 & \text{егер} & \quad r > \sigma \end{aligned} \quad (10)$$

Жұмсақ сфералар (тебудің нүктелік центрі)

Қатты сфералар моделінің модификациясы болады. Жоғарғы температурадағы газдарды жақсы сипаттайды.

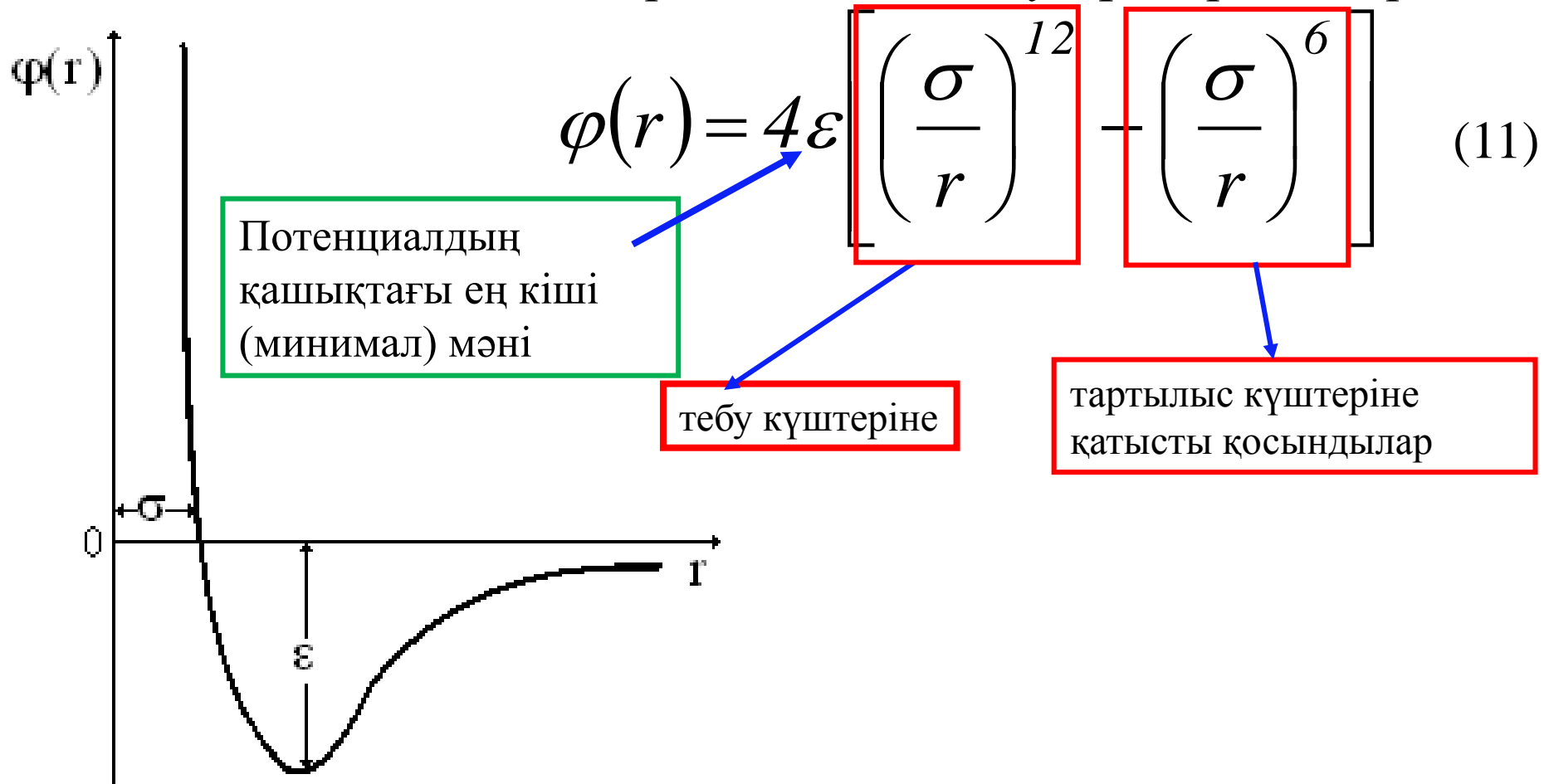
$$\varphi(r) = \frac{K}{r^\delta} = \varepsilon \left(\frac{\sigma}{r} \right)^\delta$$



тебу көрсеткіші, мәні 9 және 15 аралығында жатады;

Леннард-Джонс потенциалы

Әр түрлі кинетикалық теорияның мәселелерін шешу үшін кең қолданатын потенциал, тартылыс және тебу күштерін ескереді



$$\varphi(r) = \infty, \text{ егер } r < \sigma \quad \varphi(r) = -\varepsilon, \text{ егер } r = r_0$$

$$\varphi(r) = -\varepsilon \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6, \text{ егер } r > r_0 \quad \varphi(r) = 0, \text{ егер } r \rightarrow \infty$$

(12)