

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И.
Менделеева»

ЛЕКЦИЯ №3

Выполнил студент группы КС-36: Золотухин Андрей Александрович

Ссылка на репозиторий: <https://github.com/>

CorgiPuppy/

info-proccesses-systems-theory-labs

Москва
2025

Оглавление

Термодинамический анализ	1
Термодинамика линейных необратимых систем	1

Термодинамический анализ

Термодинамика линейных необратимых систем

В термодинамике необратимых процессов *Ларс Онзагер* сформулировал:

При небольших отклонениях от равновесия термодинамический поток можно представить в виде линейной комбинации термодинамических потоков и термодинамических движущих сил:

$$J_i = L_{i1}X_1 + L_{i2}X_2 + L_{i3}X_3 + \dots + L_{ij}X_j + \dots + L_{iN}X_N,$$

где X_i - движущая сила, сопряжённая с потоком J_{1k} определяет прямой эффект; X_j - движущая сила, характеризующая перекрёстный эффект; L_{1k} - феноменологические эффекты: L_{ii} - при прямом эффекте, $L_{ij}(i \neq j)$ - при перекрёстном эффекте.

Таким образом, диссипативную функцию (*производство энтропии*) можно представить в виде квадратичной положительно определённой формы:

$$\sigma = \sum_{i=1}^n J_i X_i = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n L_{ij} X_j) X_i \geq 0.$$

Положительность квадратичной формы следует из *второго закона термодинамики*. В изолированной системе энтропия системы не может убывать. Поэтому если обмен энергией и массой с внешней средой отсутствует, изменение энтропии системы равно производству энтропии:

$$\rho \frac{dS}{dt} = \rho \frac{dS^{(i)}}{dt} = \sigma \geq 0$$

и, следовательно, производство энтропии неотрицательно.