




# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ



**Термодинамические потенциалы** – величина, характеризующая ту часть полной энергии системы, которую она может израсходовать на совершение работы.

- Примеры: Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца.

**Значение:** являются критериями направления процесса в открытых и закрытых системах

# Энергия Гиббса

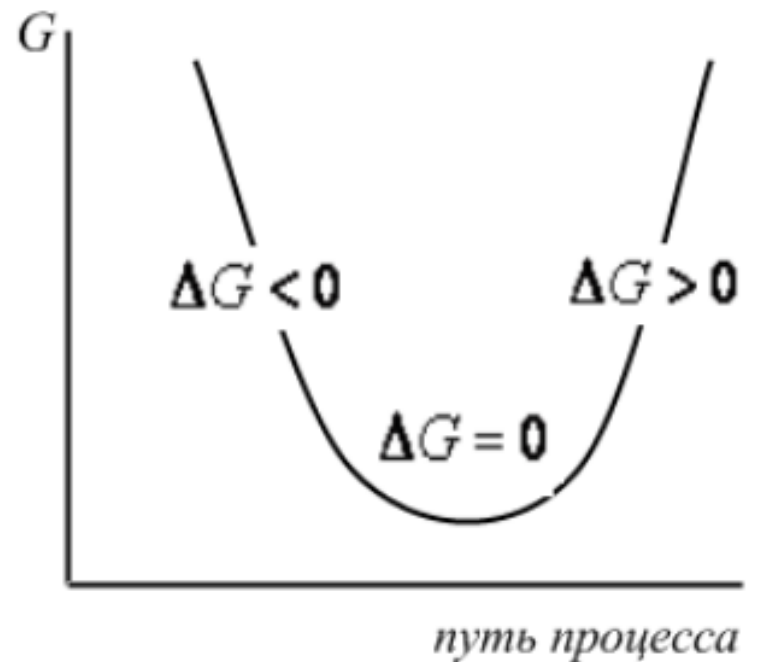
- Энергия Гиббса – изобарно-изотермический потенциал - максимально полезная работа для изобарно изотермического процесса.

$$G = U + pV - TS = H - TS$$

$$-\delta W' = dG$$

- В изобарно-изотермических условиях мерой химического сродства является убыль энергии Гиббса.

- При постоянных давлении и температуре максимально полезная работа для обратимого процесса совершается за счет уменьшения энергии Гиббса.



# Энергия Гельмгольца

- Энергия Гельмгольца – **изохорно-изотермический потенциал** - максимально полезная работа для изохорно изотермического процесса

$$A = U - TS \quad -\delta W' = dA$$

- При постоянном объеме и температуре максимально полезная работа для обратимого процесса совершается за счет уменьшения энергии Гельмгольца.

# Энергия Гиббса Гельмгольца как критерий направления процесса:

Термодинамически необратимый самопроизвольный процесс в неизолированной системе всегда идет с уменьшением термодинамического потенциала.

- Если  $\Delta G(\Delta A) < 0$ , то в системе протекает необратимый самопроизвольный процесс
- Если  $\Delta G(\Delta A) = 0$ , то в системе протекает обратимый равновесный процесс
- Если  $\Delta G(\Delta A) > 0$ , то в системе протекает необратимый несамопроизвольный процесс

# Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах

- *1. Расчет изменения энергии Гиббса в изотермическом процессе расширения или сжатия  $n$  молей идеального газа.*
- При расширении или сжатии  $n$  молей идеального газа при постоянной температуре изменение энергии Гиббса рассчитывается по уравнению

$$\Delta G = nRT \ln \frac{p_2}{p_1} = nRT \ln \frac{V_1}{V_2}$$

# Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах

**2. Расчет изменения энергии Гиббса в изотермическом процессе расширения или сжатия  $n$  молей жидких и твердых веществ. Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах**

- При изотермическом расширении или сжатии  $n$  молей жидких или твердых тел изменение энергии Гиббса рассчитывается по уравнению:

$$\Delta G = nV(p_2 - p_1)$$



# Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах

## 3. Расчет изменения энергии Гиббса химической реакции по значениям стандартных энтальпий и энтропий

- а) по стандартным значениям изменений энергии Гиббса при образовании данного вещества из простых веществ

$$\Delta G^0 = \sum \nu_{\text{прод}} \Delta G_{f,298}^{\text{прод}} - \sum \nu_{\text{исх}} \Delta G_{f,298}^{\text{исх}}$$

- б) по стандартным значениям изменений энтальпий образования и абсолютных энтропий веществ, используя уравнения:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

# Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах

*4. Расчет изменения энергии Гиббса в обратимо работающем электрохимическом элементе*

$$\Delta G = -zFE$$