

# Energia de Gibbs

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{sistema} + \Delta S_{viz} \quad T \text{ e } P \text{ ctes}$$

$$= \Delta S_{sistema} + \Delta H_{viz} / T$$

$$= \Delta S_{sistema} - \Delta H_{sistema} / T \geq 0 \quad = 0 \text{ reversível}$$
$$> 0 \text{ espontâneo}$$

Multiplica por ( -T )

$$-T\Delta S_{total} = \Delta H_{sistema} - T\Delta S_{sistema} \leq 0$$

$$\Delta G_{sistema} = \Delta H_{sistema} - T\Delta S_{sistema} \leq 0 \quad < 0 \text{ espontâneo } T \text{ e } P \text{ ctes}$$
$$= 0 \text{ equilíbrio}$$

Energia de Gibbs:  $G = H - TS$  ou  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

( $w_{el,rev} = \Delta G$ , a  $T$  e  $P$  ctes,  $w$  elétrico de não-expansão máximo)

## ***Energia de Helmholtz (ou função trabalho)***

***V e T ctes :***

$$A = U - TS$$
$$\Delta A = \Delta U - T\Delta S \quad w_{m\acute{a}x, rev} = \Delta A$$

**$\Delta A < 0$  espontâneo**

**$\Delta A = 0$  equilíbrio**

### ***Crítérios de espontaneidade***

**$\Delta S > 0$        $\Delta G < 0$       irreversível (espontâneo)**  
**( $\Delta A < 0$ )**

**$\Delta S = 0$        $\Delta G = 0$       reversível (equilíbrio)**  
**( $\Delta A = 0$ )**

**$\Delta S < 0$        $\Delta G > 0$  espontâneo no sentido inverso**  
**( $\Delta A > 0$ )**

**Obs.: considerar o valor de T no processo para determinados casos**

- em reações químicas ( para o sistema):

**P e T ctes**

**$\Delta_r G < 0$ , a reação direta é espontânea; exoérgica**

**$\Delta_r G > 0$ , a reação inversa é espontânea; endoérgica**

**$\Delta_r G = 0$ , reação em equilíbrio**

**exoérgica ~ produz trabalho ( pode impulsionar outros processos)**

**endoérgica ~ consome trabalho**

***Energia de Gibbs molar padrão de formação,  $\Delta_f G^\ominus$***

***Convenção: é atribuído valor zero para a energia de Gibbs molar padrão de formação de um elemento na sua forma alotrópica mais estável a 1 bar e 298K***

***assim,***

***variação da energia de Gibbs padrão de uma reação:***

$$\Delta_r G^\ominus = \sum_{\text{produtos}} \nu \Delta_f G^\ominus - \sum_{\text{reagentes}} \nu \Delta_f G^\ominus$$

***$\nu$  = coeficientes estequiométricos***

# ***Energias de Gibbs molares padrão de formação a 1 bar e 298 K***

<b><i>Substância</i></b>	<b><math>\Delta_f G^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}</math></b>
<b><i>C(graf)</i></b>	<b><i>0</i></b>
<b><i>C(diam)</i></b>	<b><i>2,87</i></b>
<b><i>CO(g)</i></b>	<b><i>-137,3</i></b>
<b><i>HF(g)</i></b>	<b><i>-207,7</i></b>
<b><i>NO(g)</i></b>	<b><i>86,7</i></b>
<b><i>CH<sub>4</sub>(g)</i></b>	<b><i>-50,79</i></b>
<b><i>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH(l)</i></b>	<b><i>-174,2</i></b>