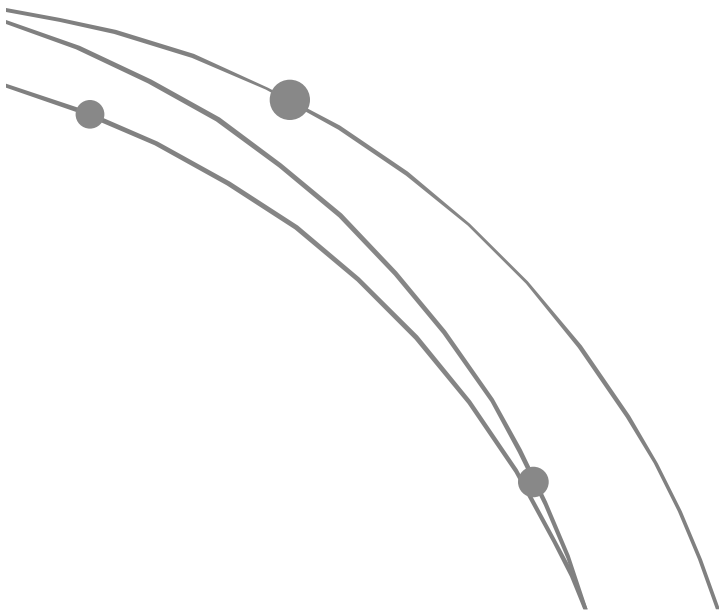


# Termodinámica Metabolismo en TCA

BT3101

Ziomara P. Gerdtzen



# Reacciones Químicas

---

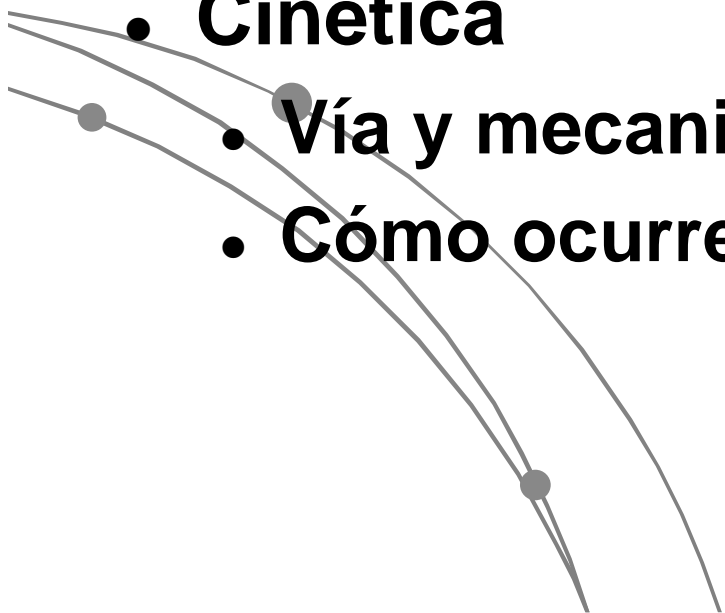
**Gobernadas por dos principios**

- **Termodinámica**

- **Puede ocurrir?**
- **Es favorable?**

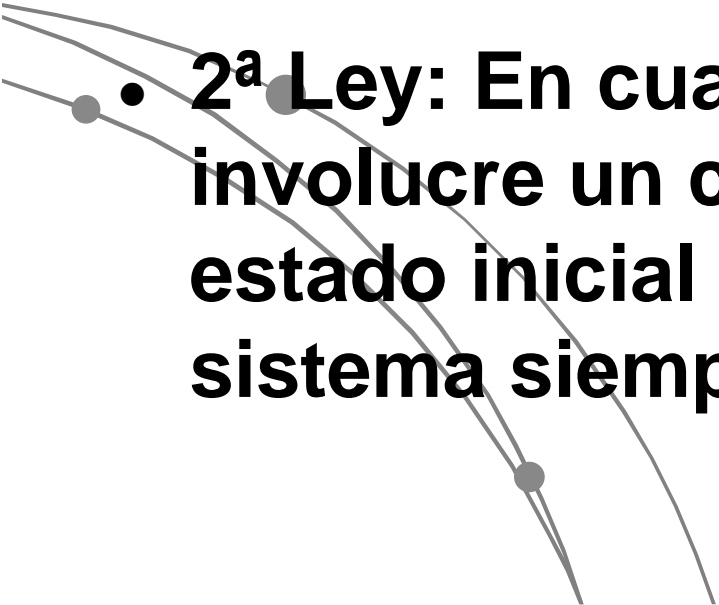
- **Cinética**

- **Vía y mecanismo**
- **Cómo ocurre?**



# Las leyes

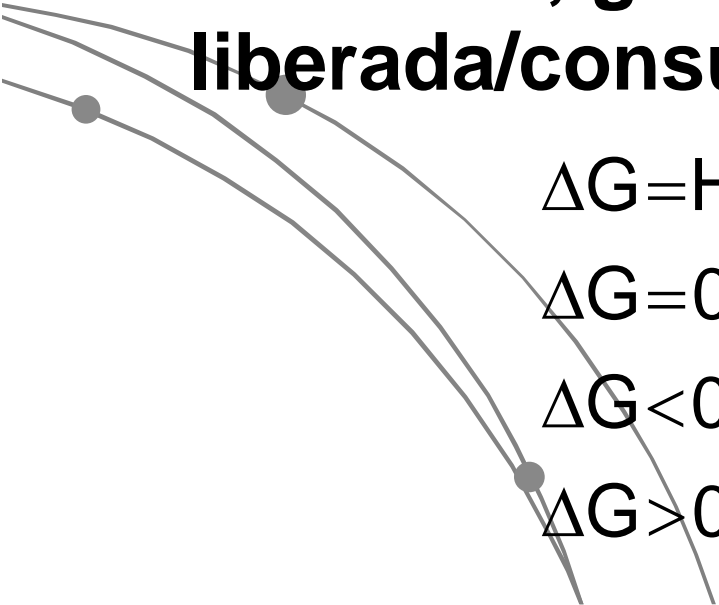
---

- **1ª Ley:** En cualquier reacción que involucre intercambio de energía, la cantidad total de energía se mantiene constante
  - **2ª Ley:** En cualquier proceso que involucre un cambio espontáneo de un estado inicial a uno final, el desorden del sistema siempre aumenta
- 

# Energía Libre de Gibbs

---

- La energía liberada en el cambio de estado inicial a final es energía libre (disponible para producir trabajo)
- Termodinámicamente podemos predecir dirección, grado de avance, y energía liberada/consumida en una reacción


$$\Delta G = H - TS$$

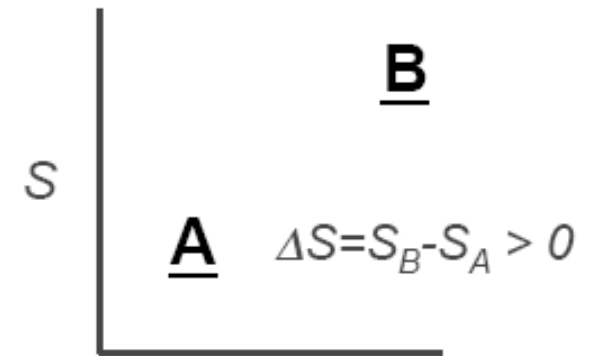
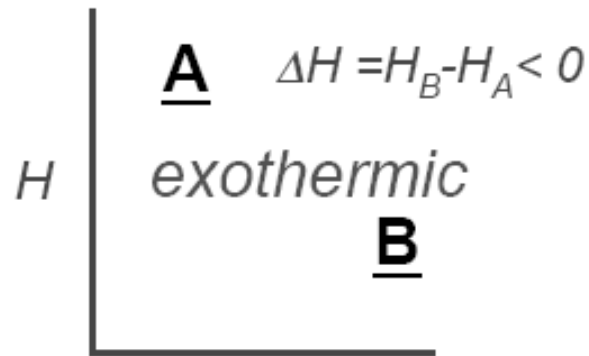
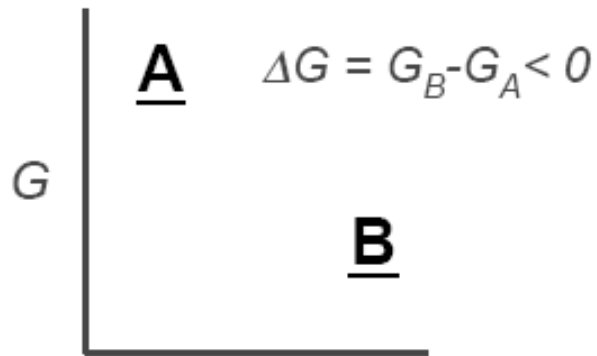
$\Delta G = 0$  Equilibrio

$\Delta G < 0$  Favorable

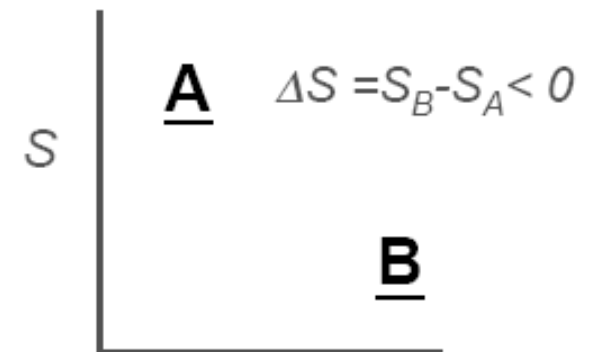
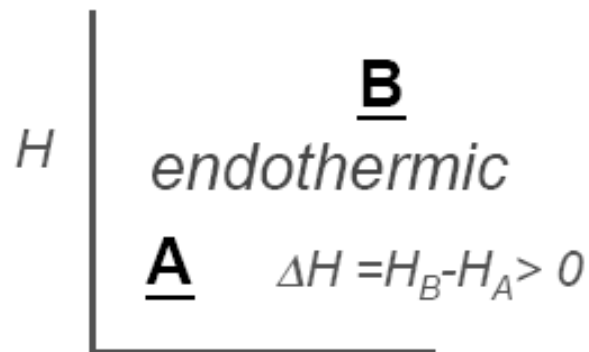
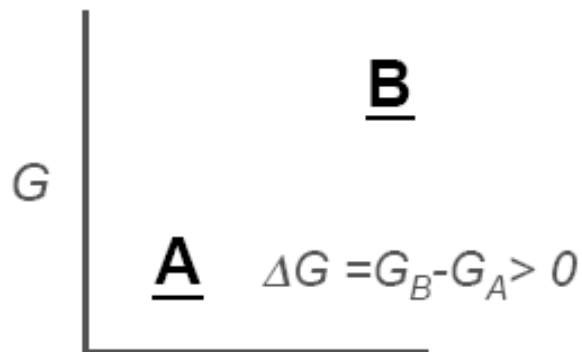
$\Delta G > 0$  Requiere Energía

# A → B

## Spontaneous Reaction

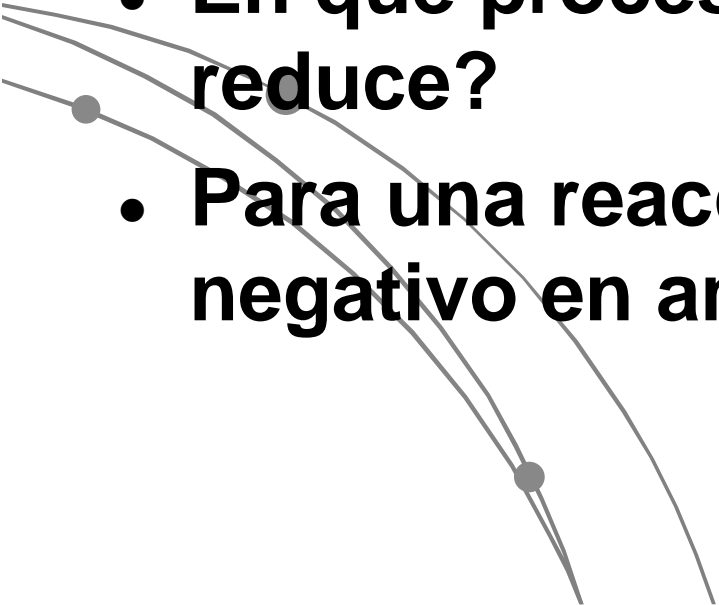


## Non-spontaneous Reaction



# Preguntas

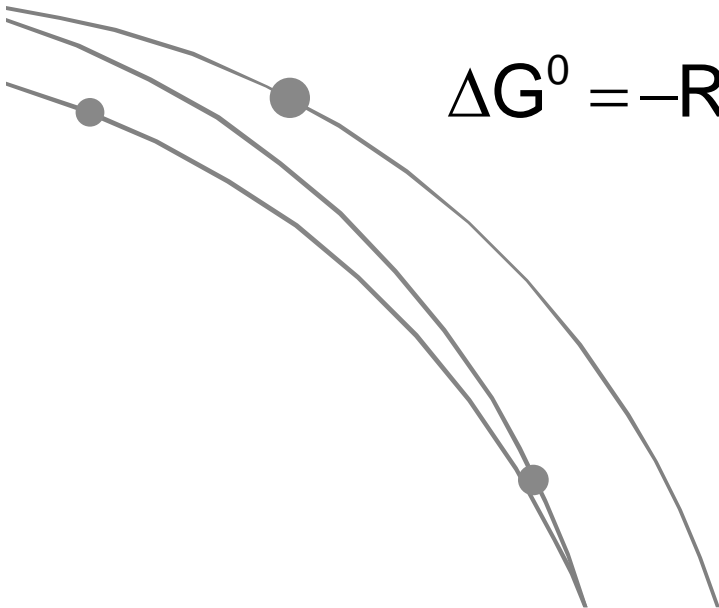
---

- **Todas las reacciones espontáneas son exotérmicas?**
  - **En que proceso favorable la entalpía no cambia?**
  - **En que proceso favorable la entropía se reduce?**
  - **Para una reacción reversible,  $\Delta G$  es negativo en ambas direcciones?**
- 

- 
- **Las reacciones proceden hasta que  $\Delta G=0$ , donde se alcanza el equilibrio**

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \left( \frac{[\text{Productos}]}{[\text{Reactantes}]} \right)$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln(K_{\text{Eq}})$$



# $\Delta G$ y $K_{eq}$



At equilibrium  $A \longrightarrow B$  as fast as  $B \longrightarrow A$

so  $[B]/[A] = \text{constant}$  (equilibrium constant or  $K_{eq}$ )

At equilibrium  $\Delta G = 0$

$$\Delta G = 0 = \Delta G^\circ + RT \ln [B]/[A]$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln [B]/[A]$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$K_{eq} = 1$  then  $\Delta G^\circ = 0$



$K_{eq} > 1$  then  $\Delta G^\circ = \text{negative}$



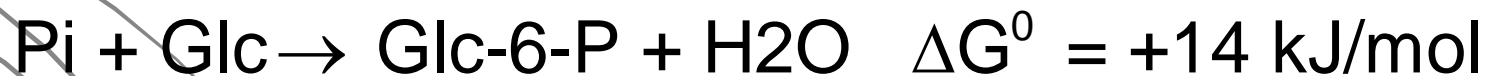
$K_{eq} < 1$  then  $\Delta G^\circ = \text{positive}$



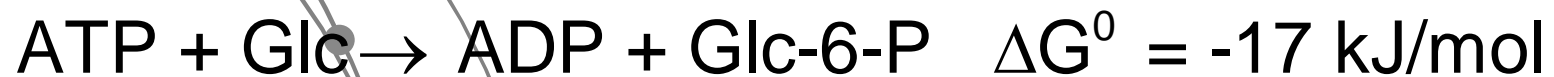


# Acoplamiento

- Una reacción espontánea puede ayudar a que ocurra una no espontánea
- La suma de las energías libres de ambas reacciones da la energía libre del sistema acoplado



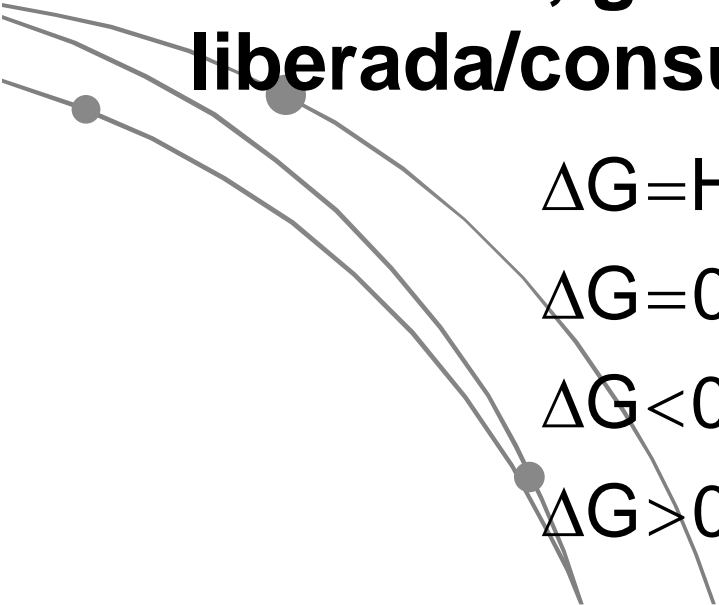
Para el sistema acoplado:



# Energía Libre de Gibbs

---

- La energía liberada en el cambio de estado inicial a final es energía libre (disponible para producir trabajo)
- Termodinámicamente podemos predecir dirección, grado de avance, y energía liberada/consumida en una reacción


$$\Delta G = H - TS$$

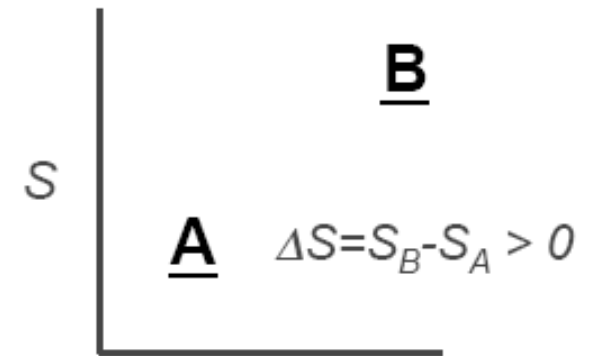
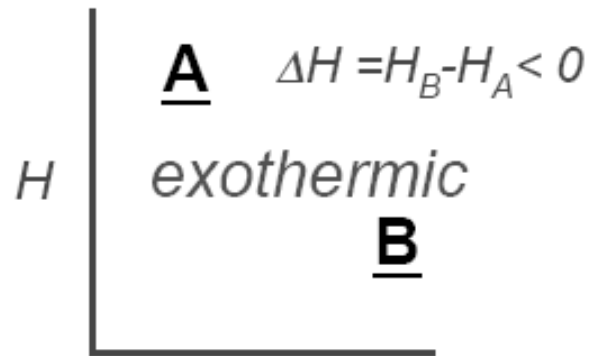
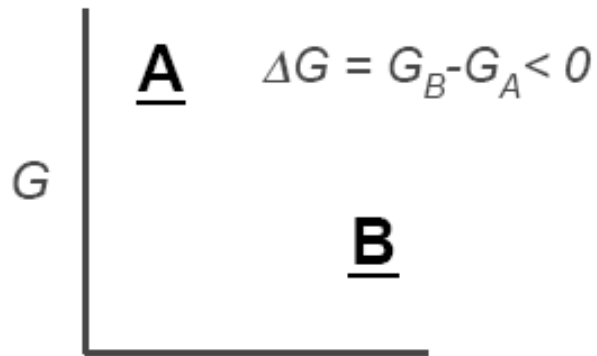
$\Delta G = 0$  Equilibrio

$\Delta G < 0$  Favorable

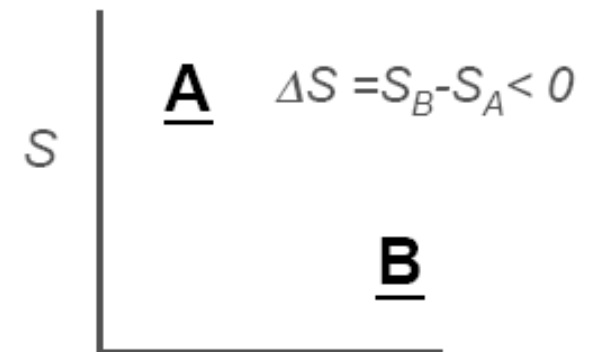
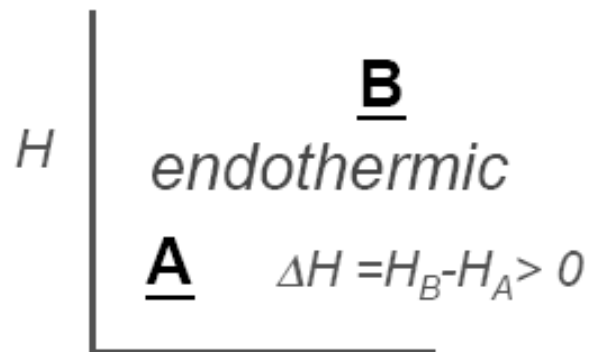
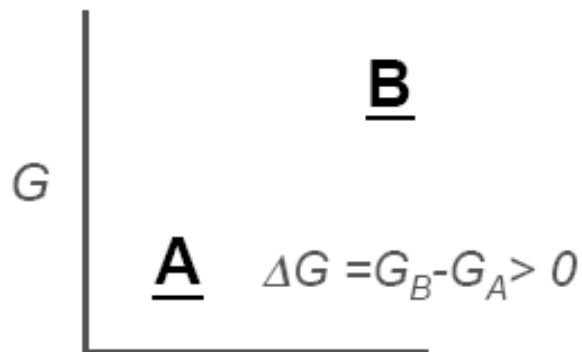
$\Delta G > 0$  Requiere Energía

# A → B

## Spontaneous Reaction



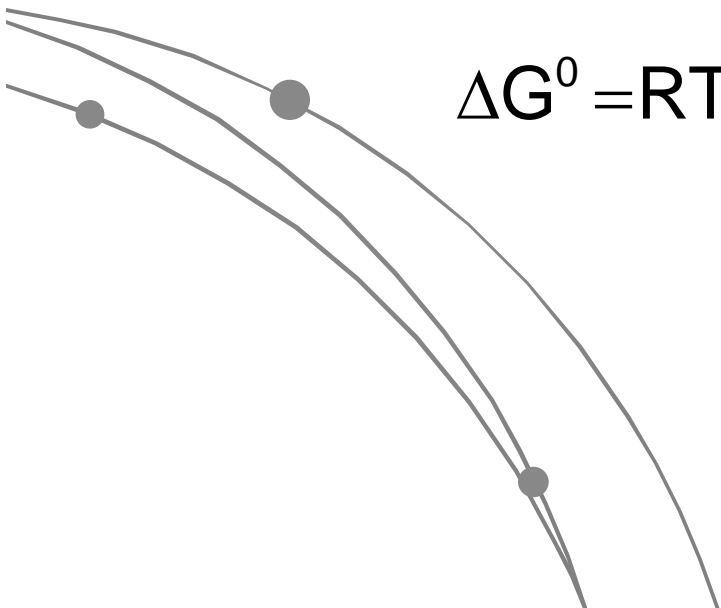
## Non-spontaneous Reaction



- 
- **Las reacciones proceden hasta que  $\Delta G=0$ , donde se alcanza el equilibrio**

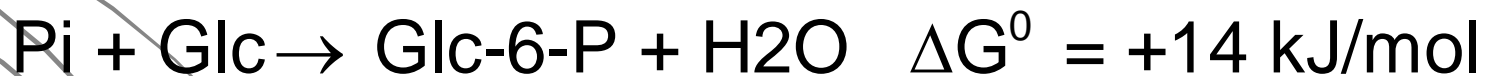
$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \left( \frac{[\text{Productos}]}{[\text{Reactantes}]} \right)$$

$$\Delta G^0 = RT \ln(K_{\text{Eq}})$$

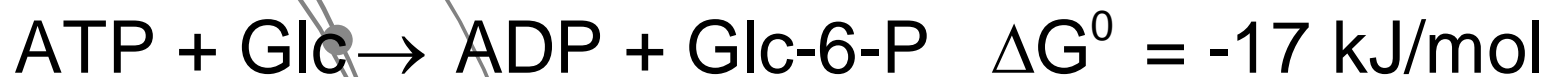


# Acoplamiento

- Una reacción espontánea puede ayudar a que ocurra una no espontánea
- La suma de las energías libres de ambas reacciones da la energía libre del sistema acoplado



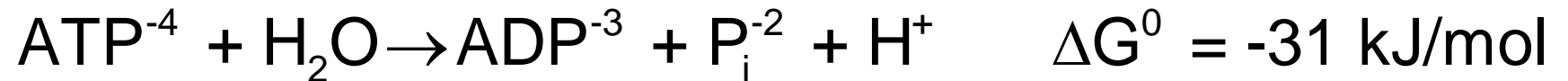
Para el sistema acoplado:



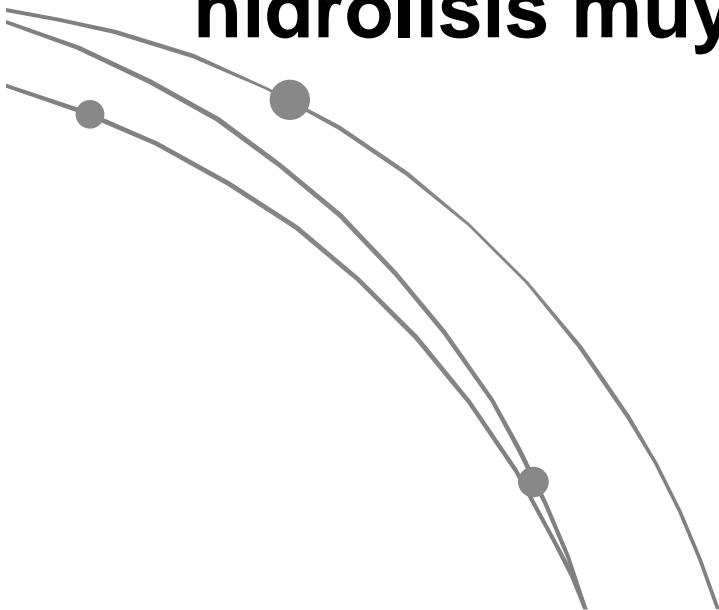
# Adenosine Tri Phosphate-ATP

---

- **Enlace de alta energía**

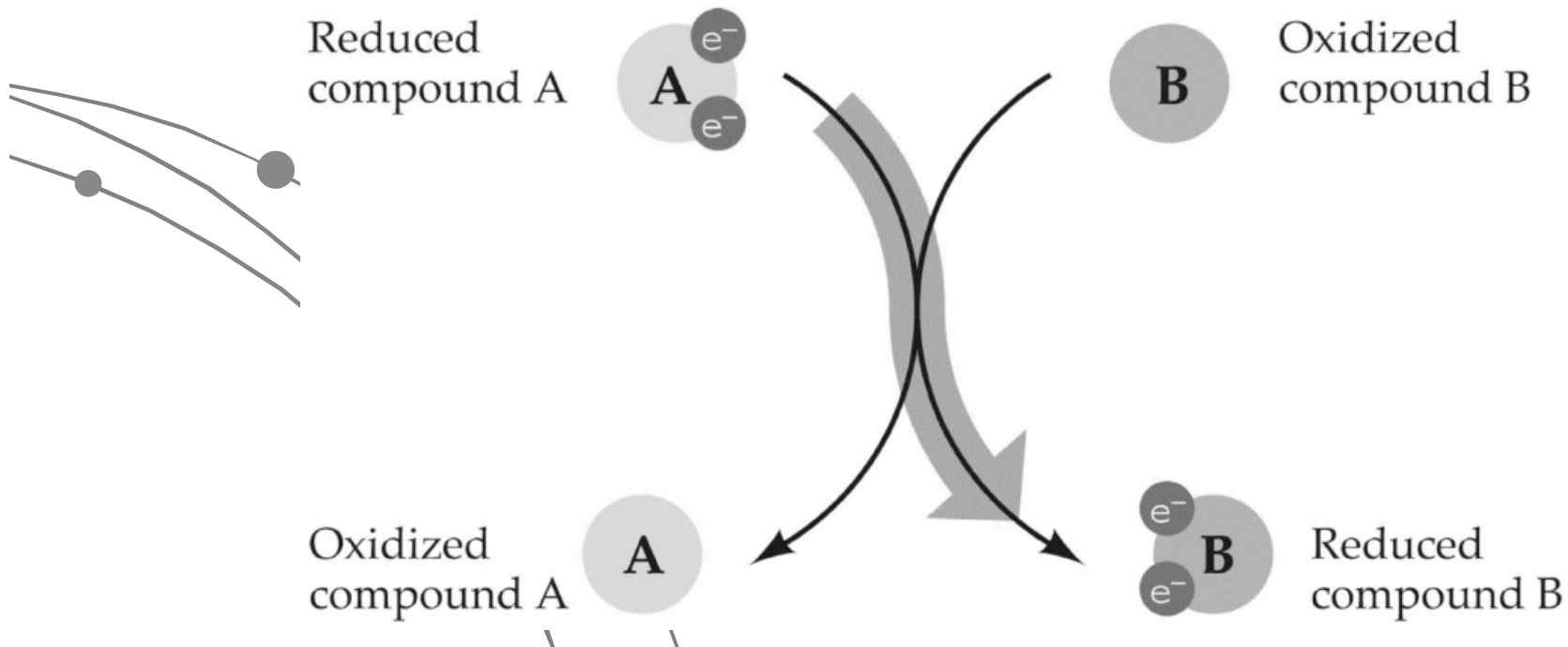


- **Se refiere en realidad a un  $\Delta G$  de hidrólisis muy negativo**



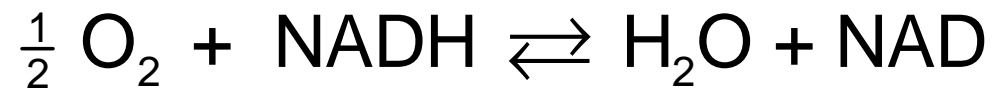
# Pares RedOx

- Se transfiere la energía de los electrones en reacciones acopladas
- Una molécula pierde electrones (se oxida) y la contraparte los recibe (se reduce)

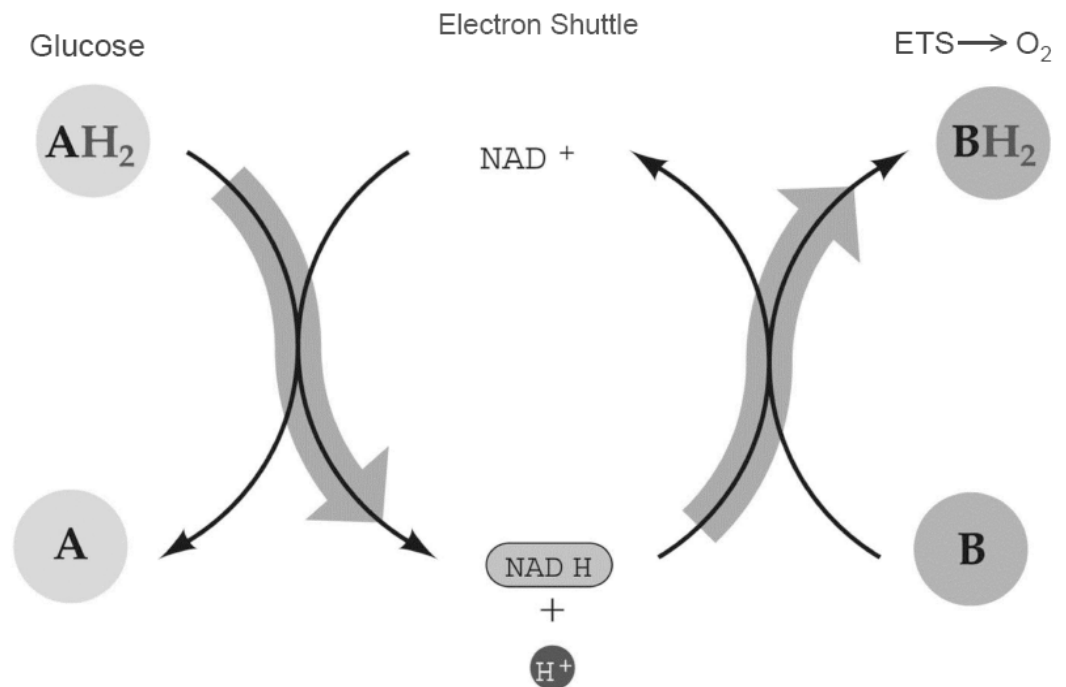
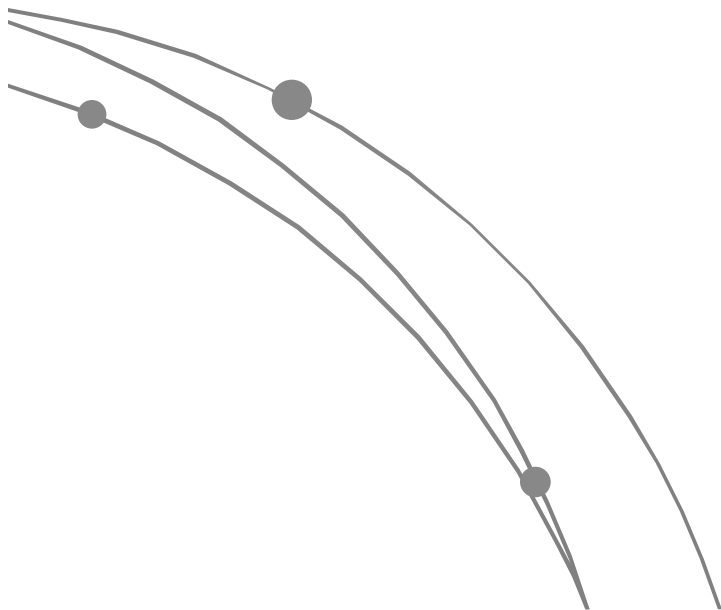


# NAD

- **Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD) es transportador de electrones**



$$\Delta G^0 = -218 \text{ kJ/mol}$$







# Glycolysis

- En glicólisis glucosa es agente reductor (se oxida) y oxígeno es agente oxidante

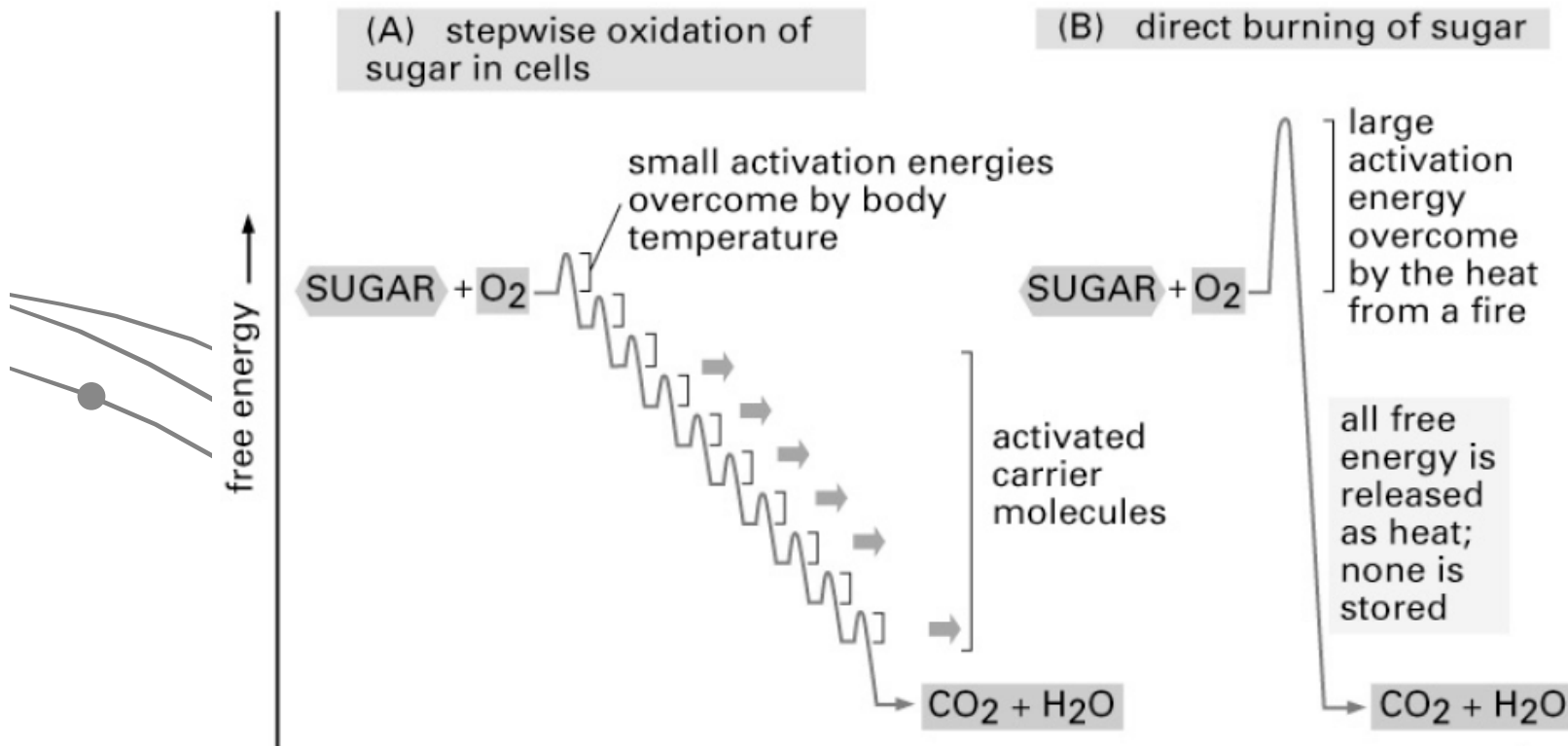
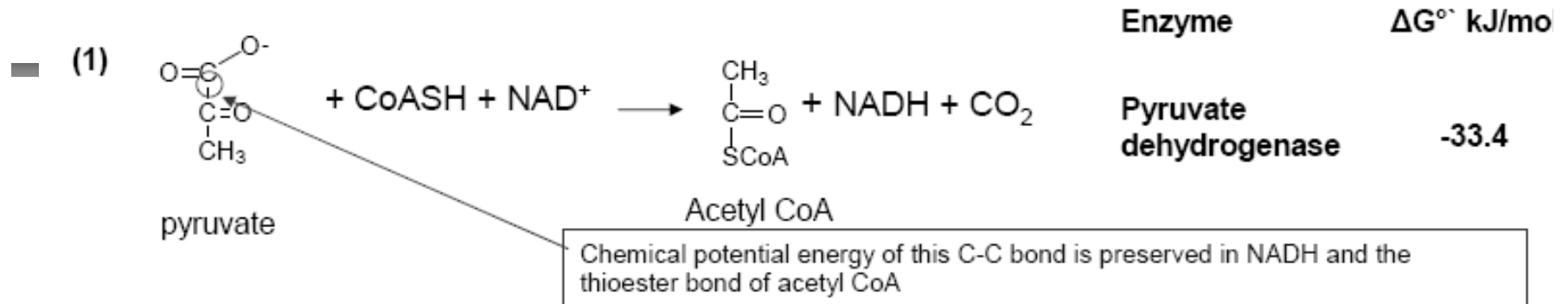


Figure 2-69.

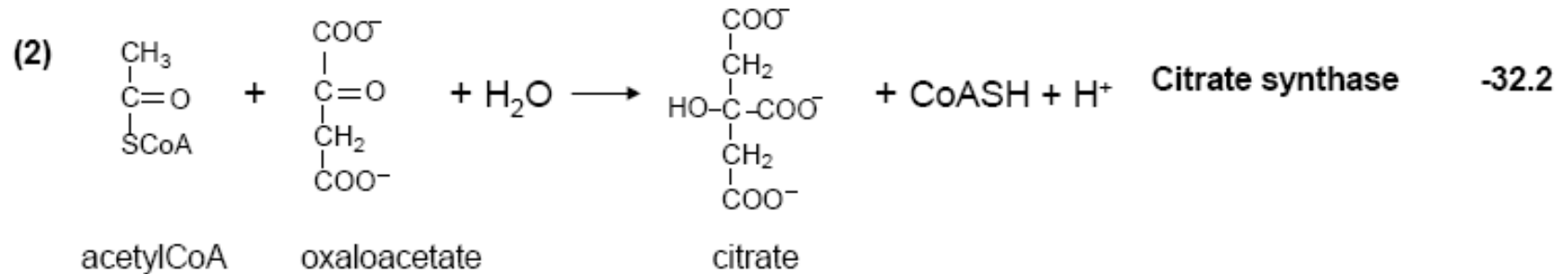
$$\Delta G = -2878 \text{ kJ/mol}$$

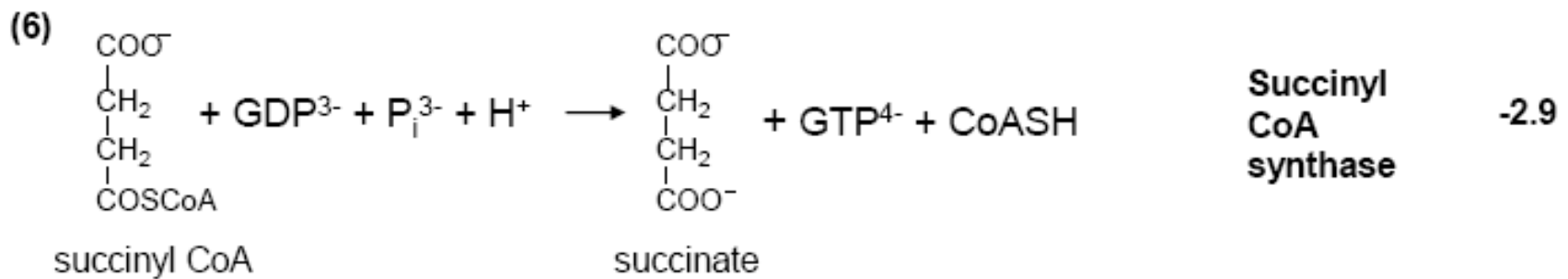
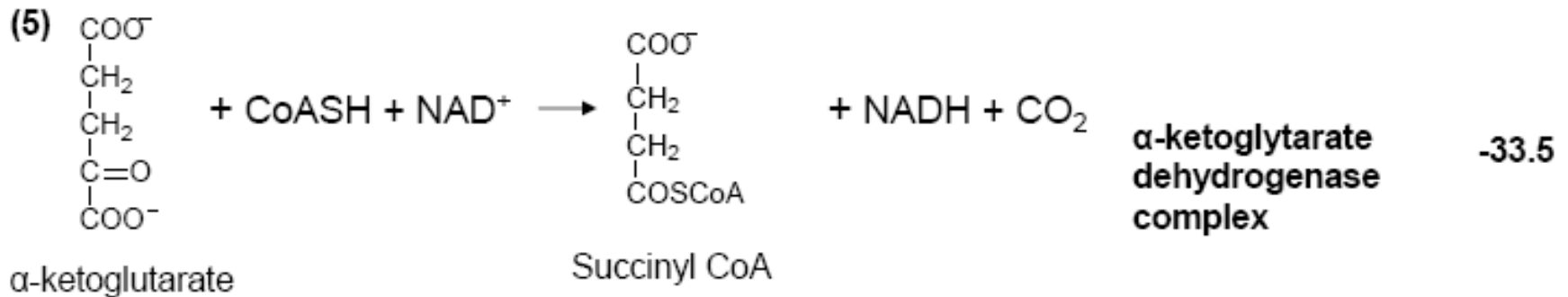
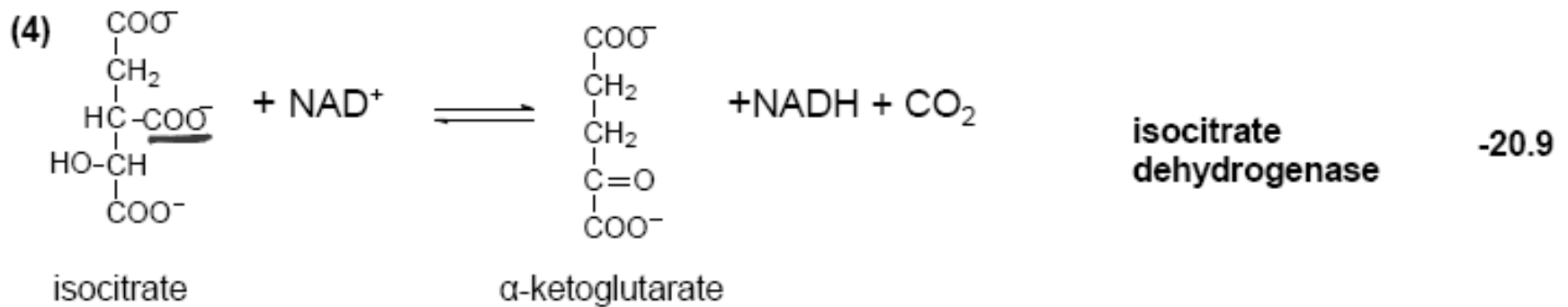
# Que hace el Ciclo de TCA

## Reactions in Mitochondrion

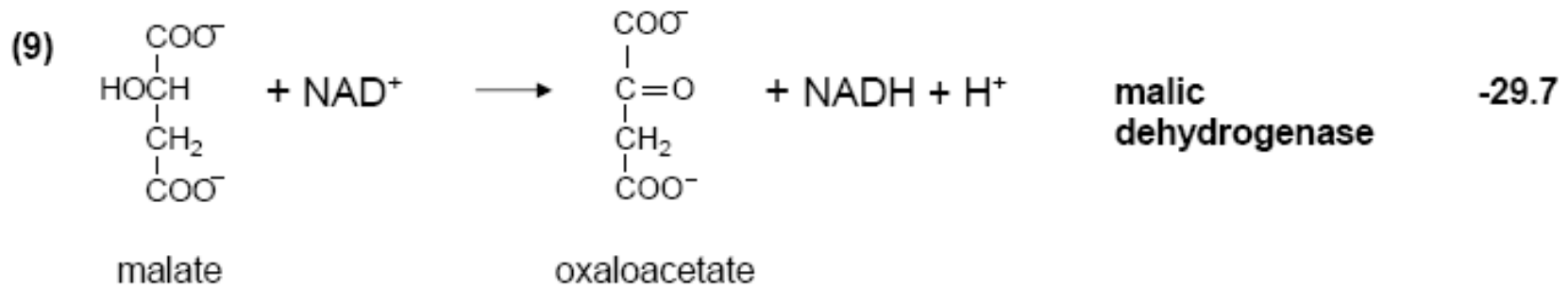
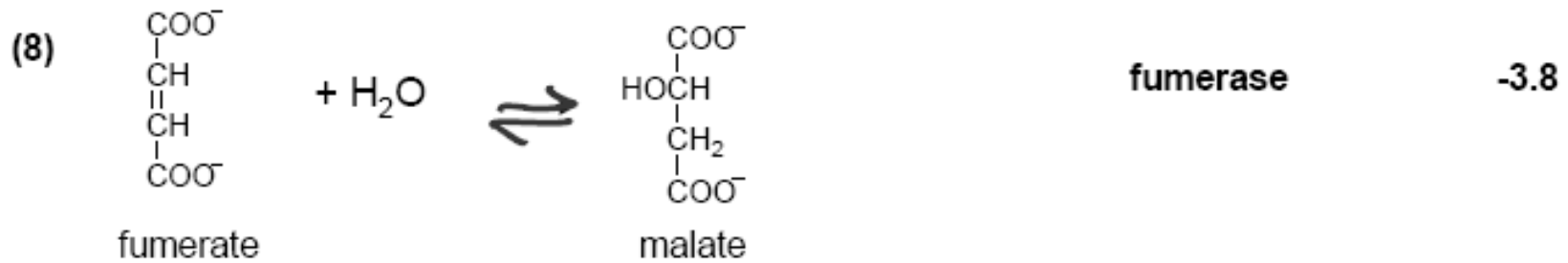
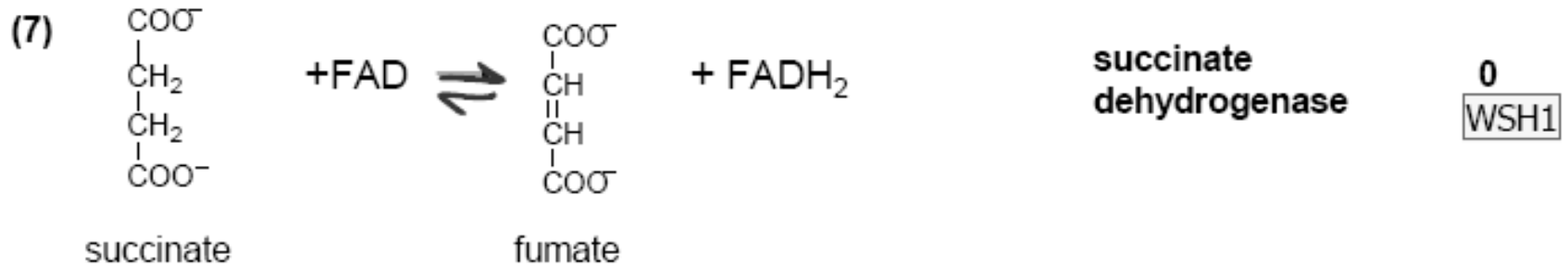


## Tricarboxylic Acid (Kreb) Cycle Reactions

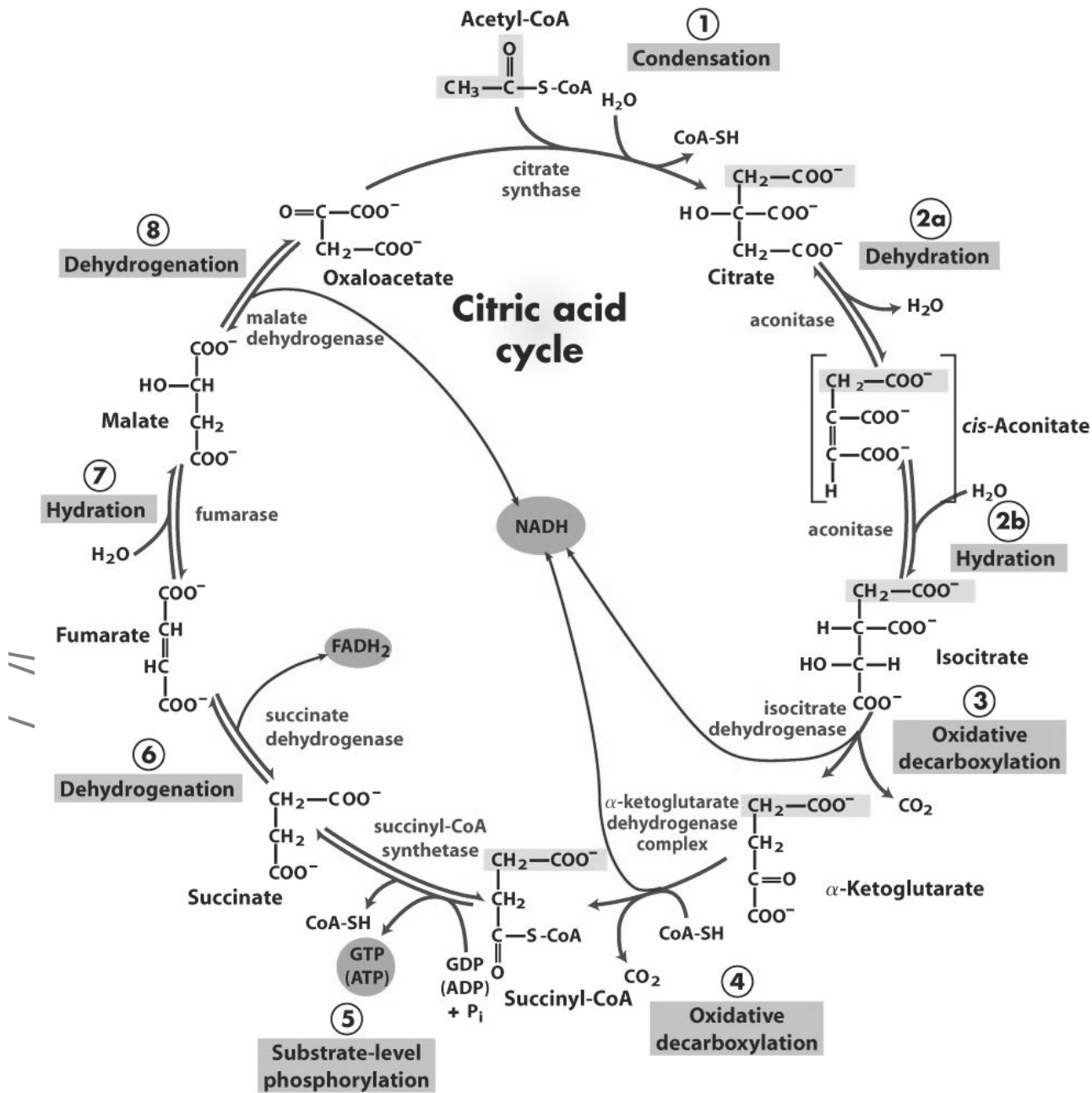




WH3



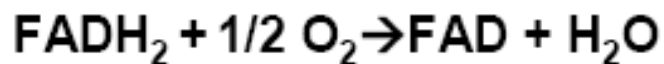
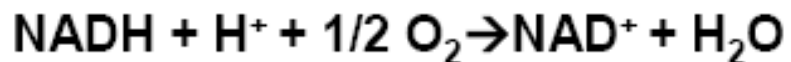
# Ciclo TCA



<http://www.science.smith.edu/departments/Biology/Bio231/krebs.html>

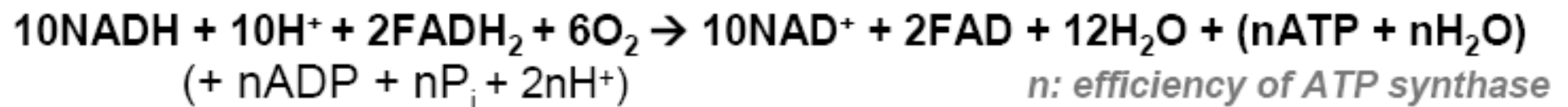
# Reacciones Acopladas

Oxidative Phosphorylation Reactions/Electron Transfer to Oxygen:

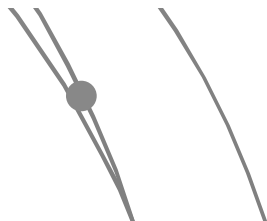
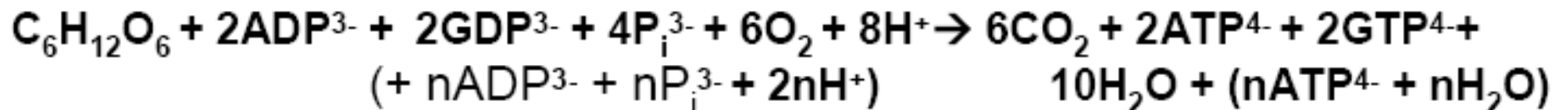


} The reactions on mitochondrial membrane can be coupled to ATP formation

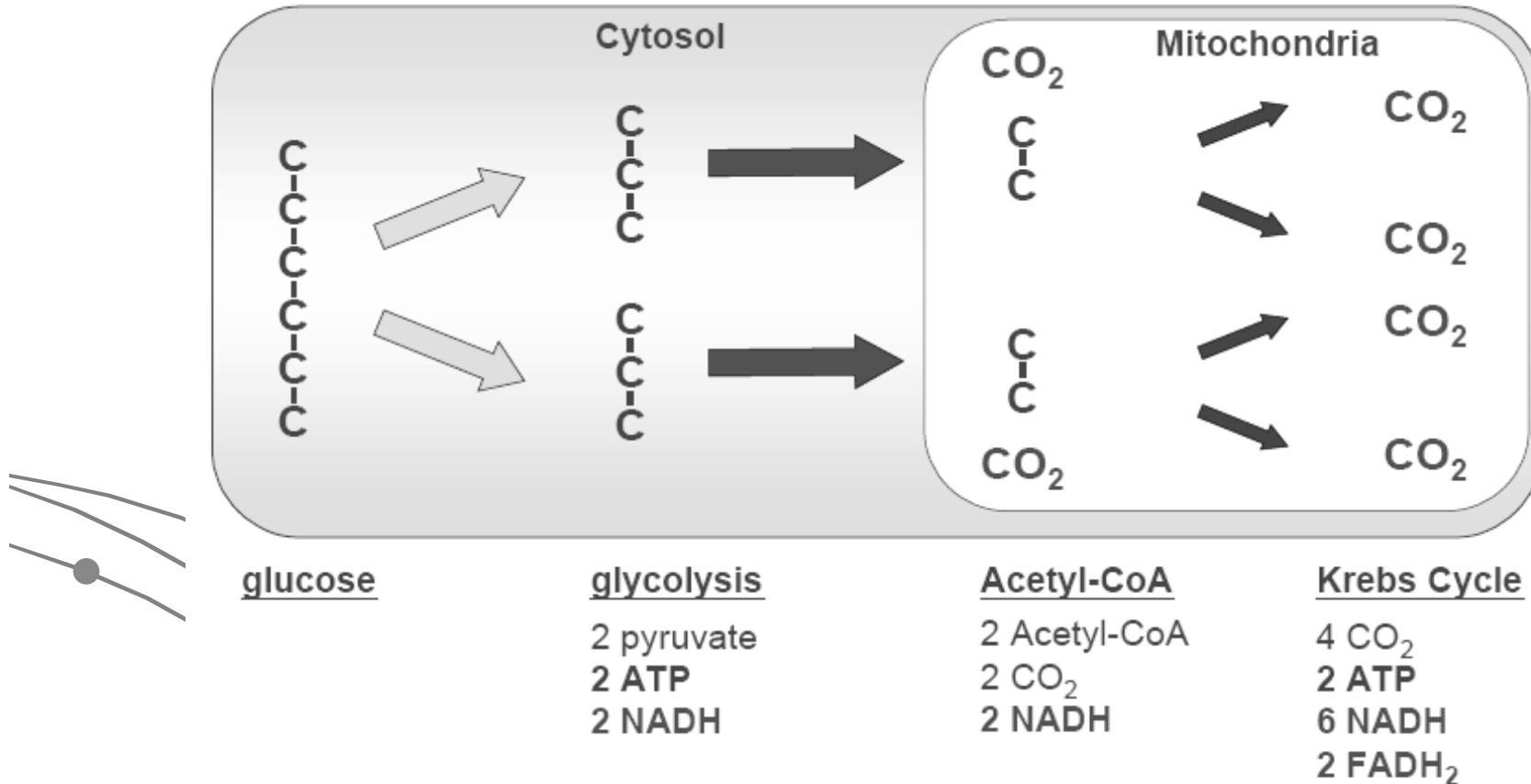
Overall Electron Transfer Reaction:



Combine with overall carbon reaction:



# Resumen Respiración Celular

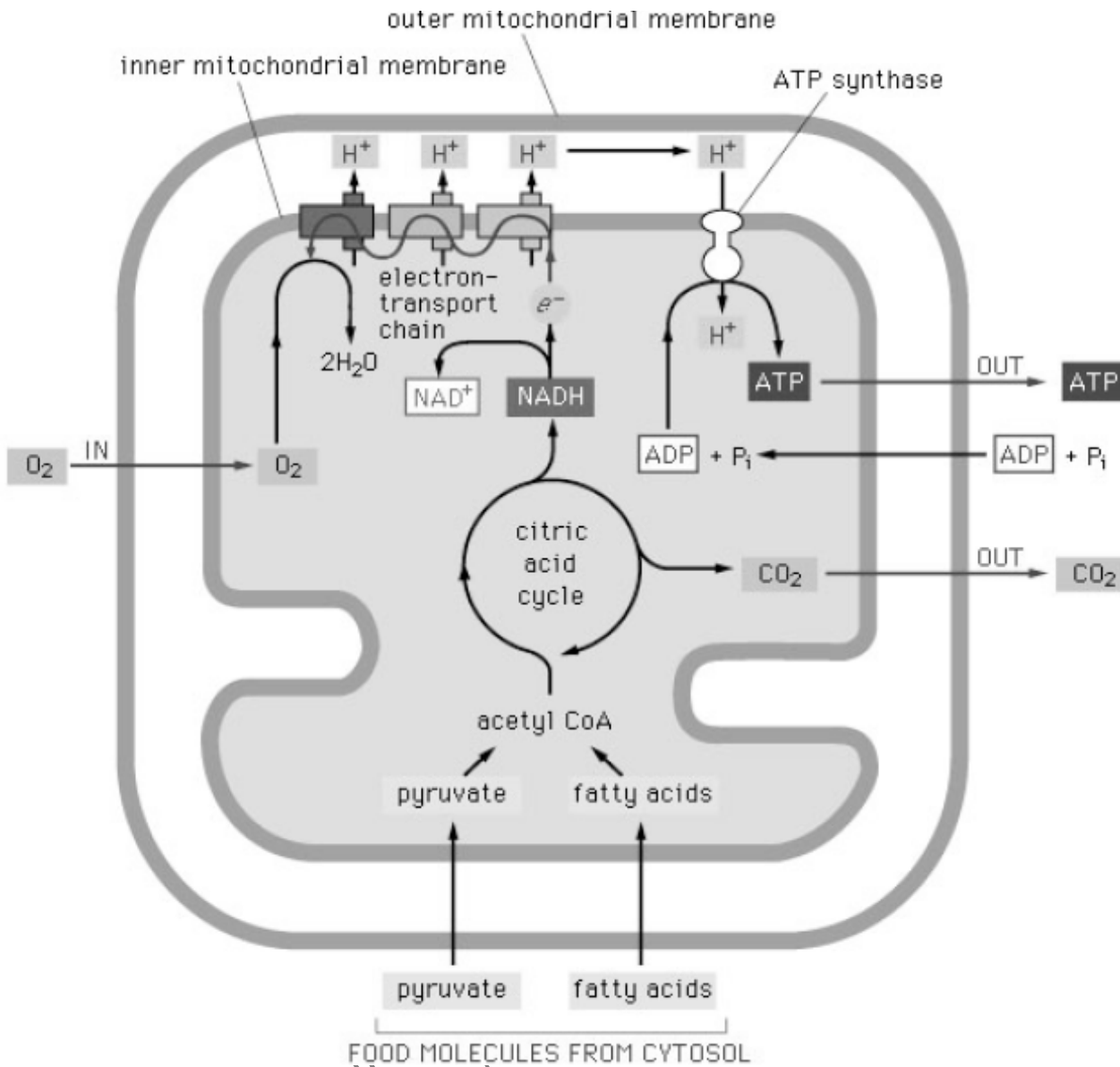


**Electron Transport Chain:** 10 NADH & 2 FADH<sub>2</sub> (*12 electrons*) are fed into the ETS to produce a total of 32 **ATPs** for each glucose molecule that enters the cell.

**36 Total ATPs**



# ETS

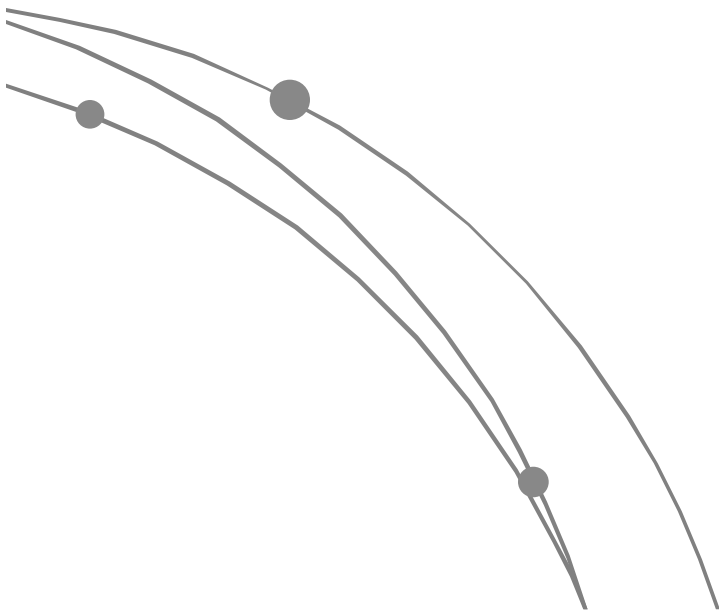


<http://www.science.smith.edu/departments/Biology/Bio231/etc.html>

# Modelos Dinámicos vs. Modelos Estocásticos

BT3101

Ziomara P. Gerdtzen



- 
- **Depende de la concentración de moléculas en el sistema**

- **Metabolismo vs. Señalización**

- **A bajas concentraciones se puede utilizar una distribución de probabilidad para el cambio de estado (Boltzmann)**

