Introducción a la Bioenergética y Enzimología

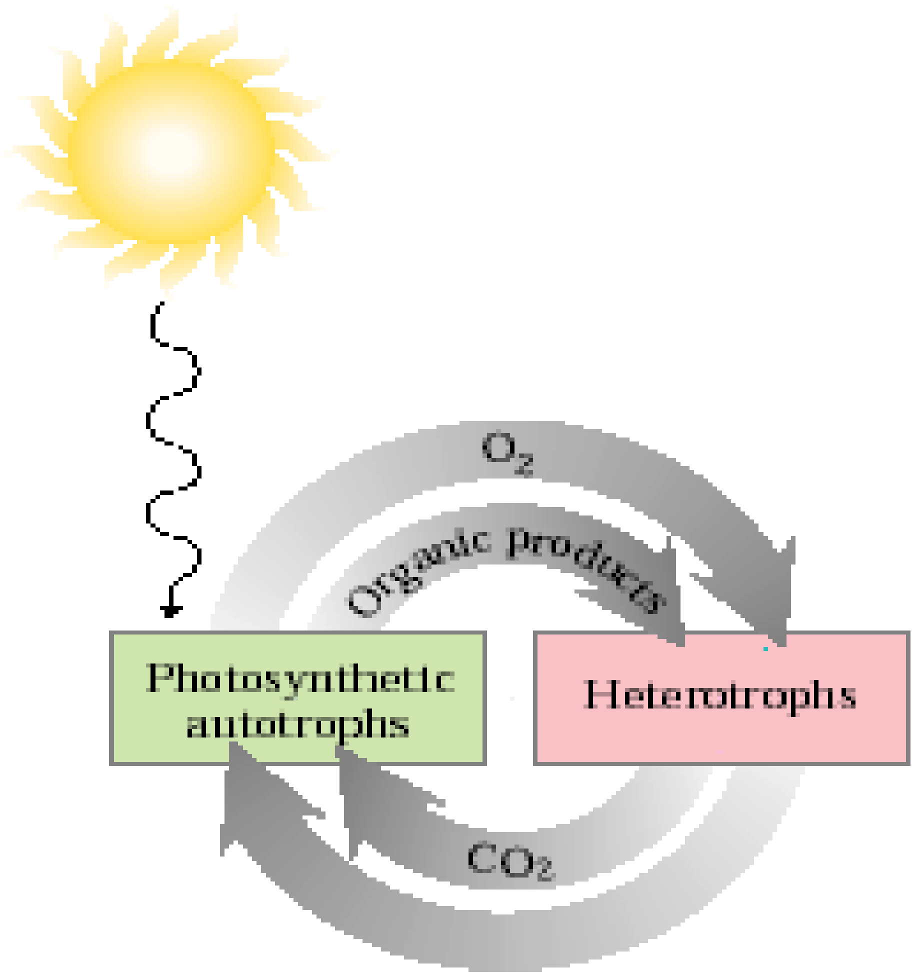
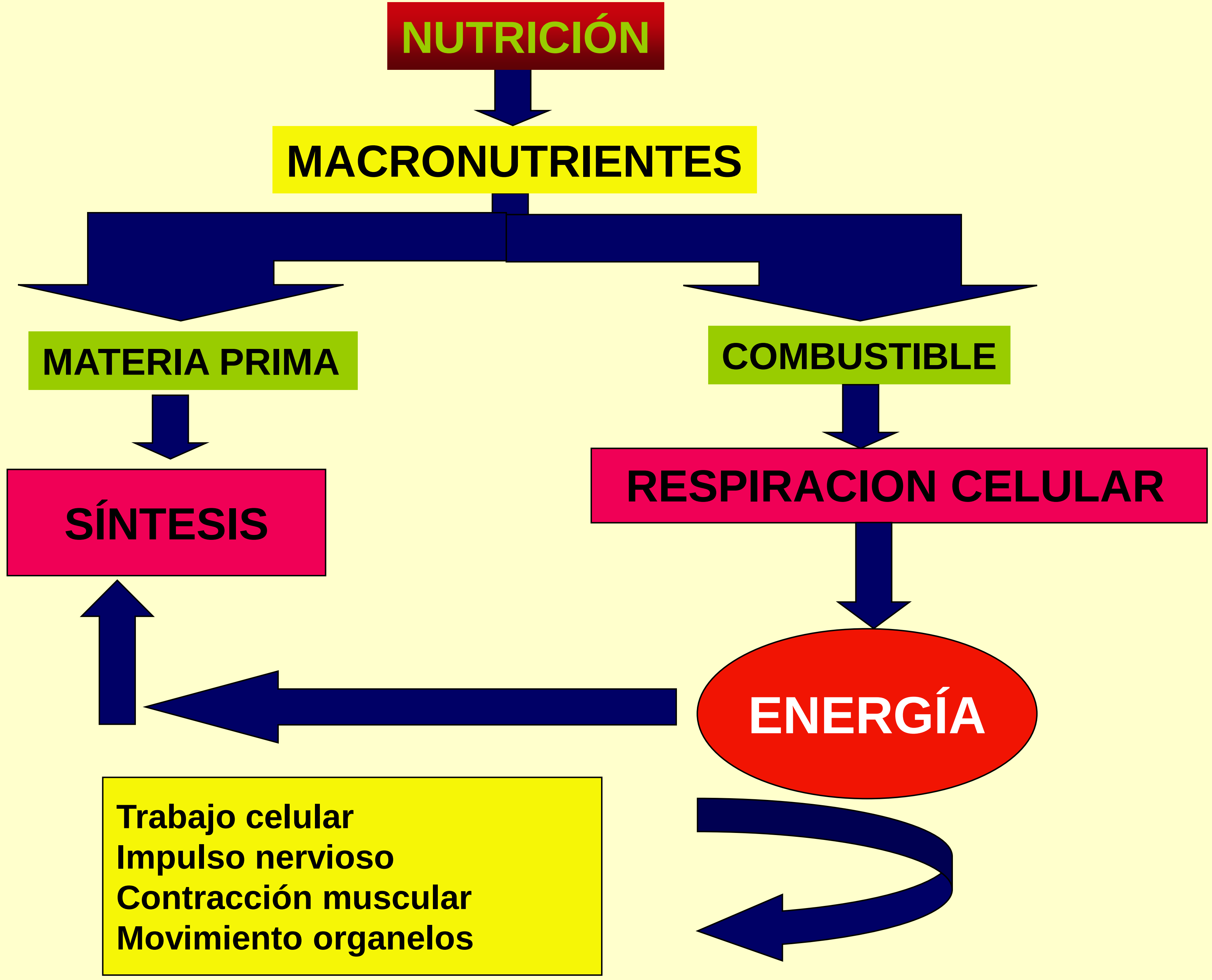


FIGURE 1 Cycling of carbon dioxide and oxygen between the autotrophic (photosynthetic) and heterotrophic domains in the biosphere. The flow of mass through this cycle is enormous; about 4×10^{11} metric tons of carbon are turned over in the biosphere annually.


NUTRICIÓN
MACRONUTRIENTES
MATERIA PRIMA
COMBUSTIBLE
SÍNTESIS
RESPIRACION CELULAR
ENERGÍA
Trabajo celular
Impulso nervioso
Contracción muscular
Movimiento organelos

ENERGÍA

Capacidad de realizar un trabajo

Contenida en los enlaces químicos entre átomos que forman las moléculas que constituyen de los alimentos (C-H)

Capacidad de realizar una reacción química

ENERGIA

- **Cinética: comprometida directamente en realizar trabajo**
- **Potencial: energía de almacenaje**

Formas de ENERGIA:

- **Mecánica**
- **Hidráulica**
- **Térmica**
- **Electromagnética**
- **Química**

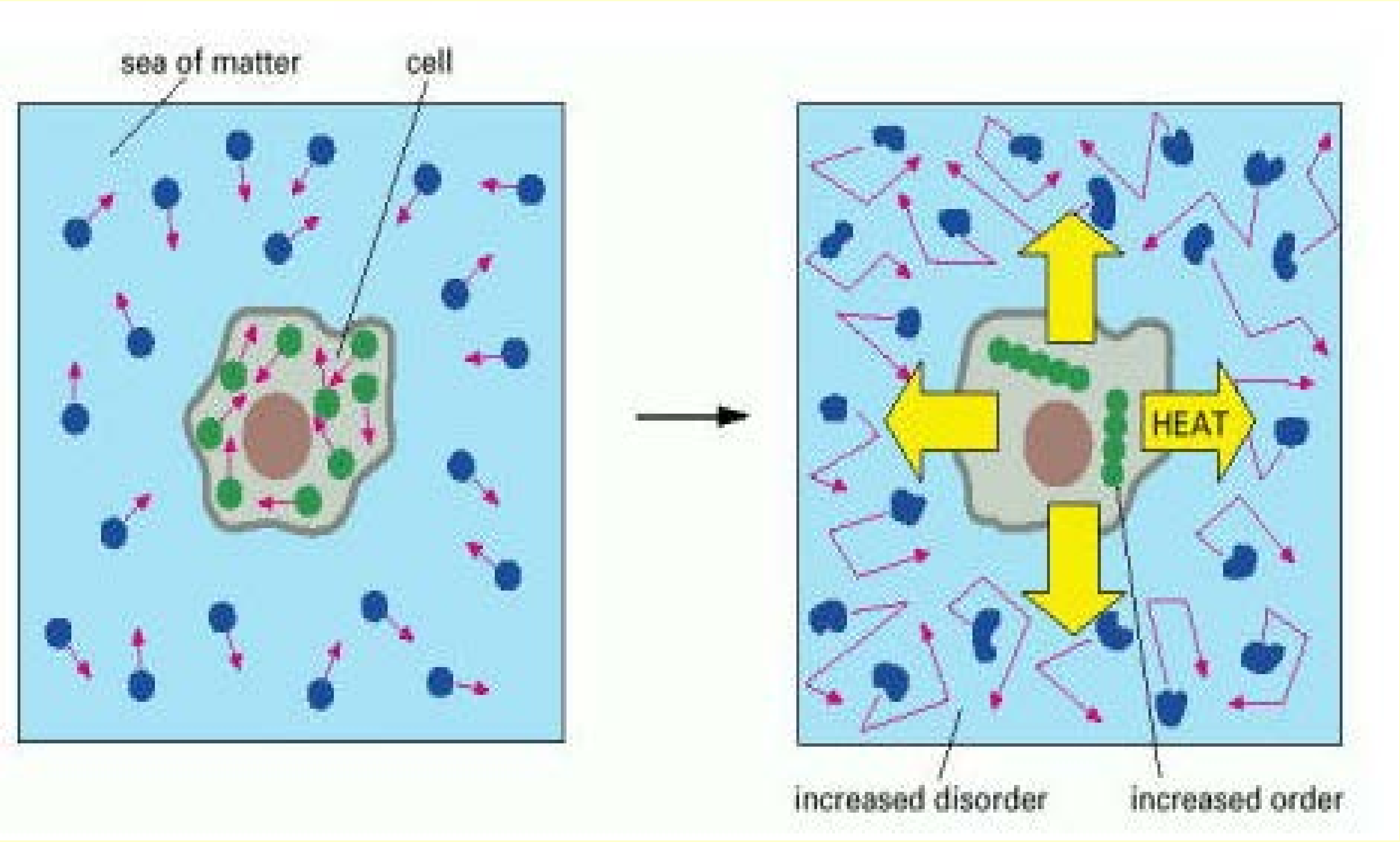
TERMODINÁMICA:

Estudia las transferencias de energía

LEYES DE LA TERMODINÁMICA

1ª Ley: la energía no se crea ni se destruye sólo se transforma

2ª Ley: toda transferencia de energía produce un aumento en el desorden



Por qué los organismos vivos no ocupan el calor como forma de E útil???

Porque calor produce T cuando hay gradientes de tº

La energía se transfiere en pequeñas cantidades : movimiento de electrones

REACCIONES de OXIDO-REDUCCIÓN: REDOX

Molécula que gana electrón: se reduce

Molécula que pierde electrón: se oxida

http://www.cat.cc.md.us/~gkaiser/biotutorials/energy/ets.html

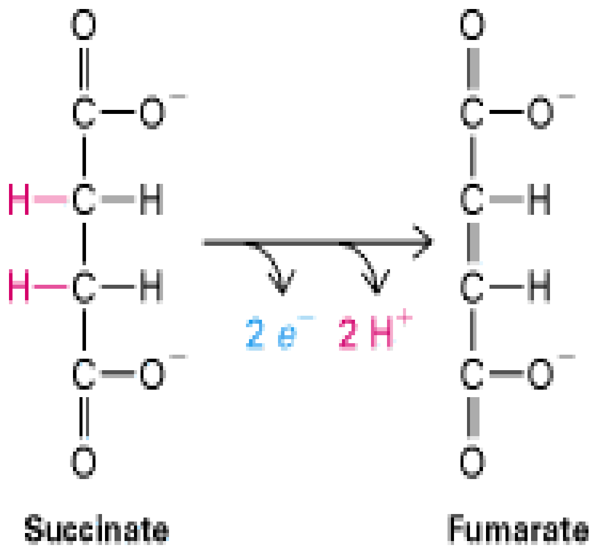


Figure 2-23. Succinate is converted to fumarate by the loss of two electrons and two protons. This oxidation reaction, which occurs in mitochondria as part of the citric acid cycle, is coupled to reduction of FAD to $FADH_2$.

Electrones viajan acompañados de un H^+: transferencias de H

Ejemplo de Reducción: Fotosíntesis

$$6CO_2 + 12\,H_2O + \boxed{E} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\,H_2O$$

Ejemplo de Oxidación: Respiración Celular

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \boxed{E}$$

$$\downarrow$$

686 Kcal/molécula de glucosa

No toda la E que se libera en la hidrólisis de un enlace C-H es útil para formar un enlace químico

Una molécula de glucosa que se oxida forma 36-38 ATP

Cada enlace P que se hidroliza del ATP libera 7.3 Kcal

Por cada molécula de glucosa que se oxida se producen 280 Kcal

↓

25% rendimiento

Cómo se puede predecir que una reacción ocurra en forma espontánea???

E de enlace contenida en reactantes debe ser > que E contenida en los productos

Aumenta el desorden del sistema (2ª Ley de la TD)

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

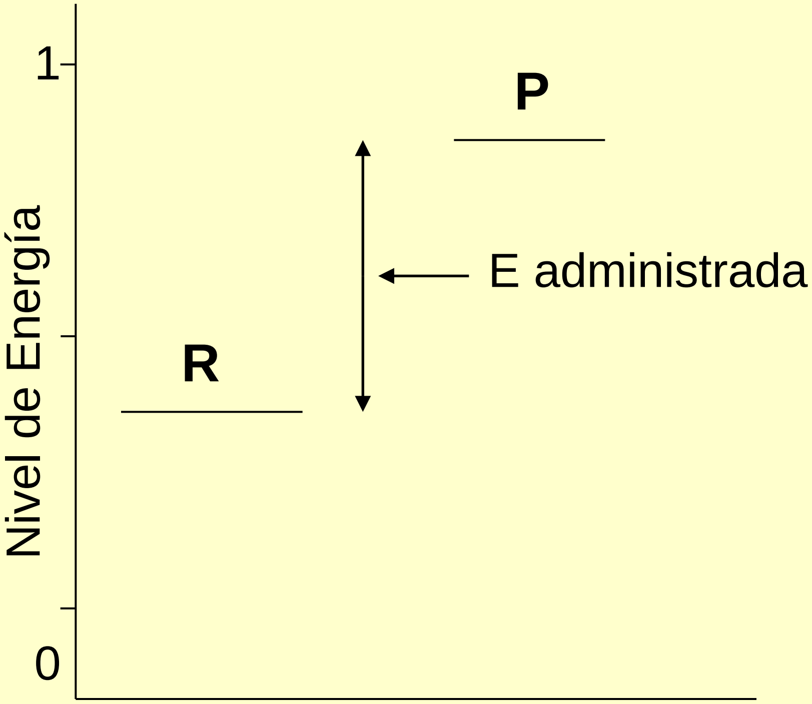
E libre **Entalpía** **Entropía**

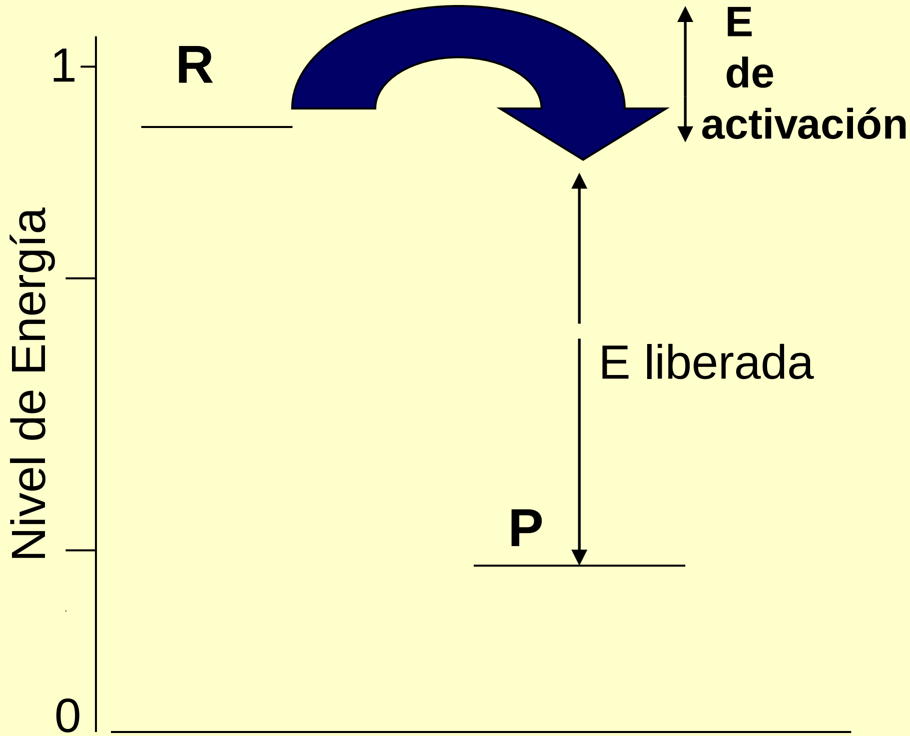
$$\Delta G < 0$$

(1) A $\longrightarrow$ B **$\Delta G1$**

(2) B $\longrightarrow$ C **$\Delta G2$**

Suma: **A $\longrightarrow$ B $\longrightarrow$ C** **$\Delta G1 + \Delta G2$**





Reacciones de Reducción
Endergónicas
Síntesis
Anabolismo
Orden
$\Delta G > 0$

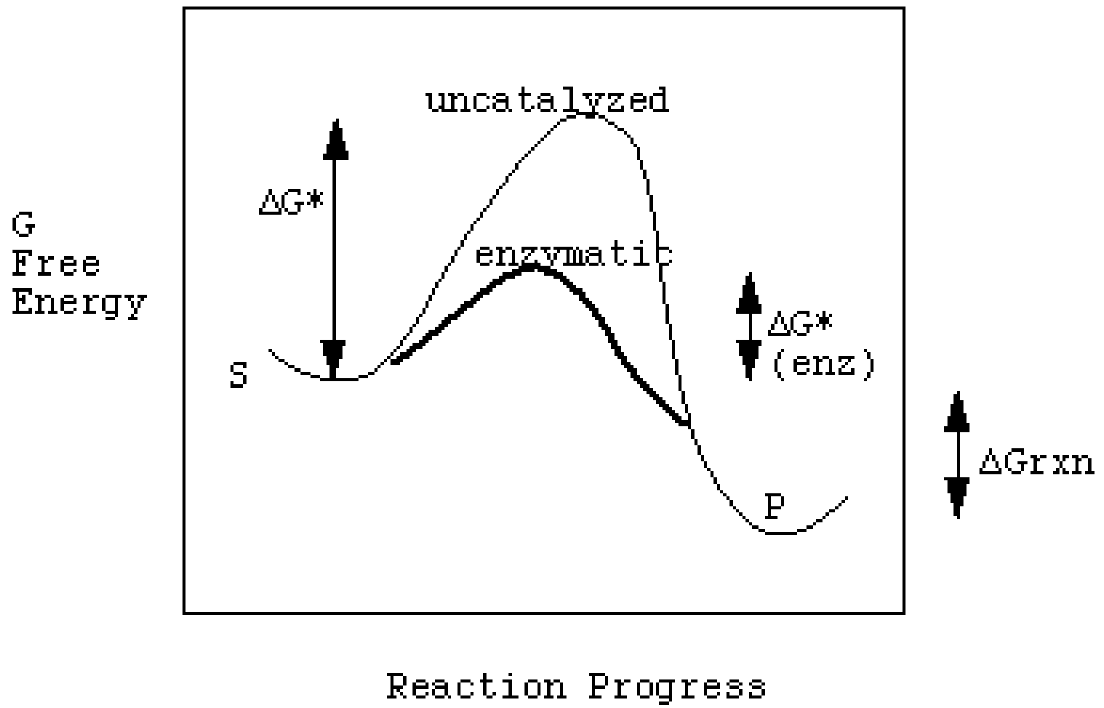
Reacciones de Oxidación
Exergónicas
Degradación
Catabolismo
Desorden
$\Delta G < 0$

En la célula las

ENZIMAS

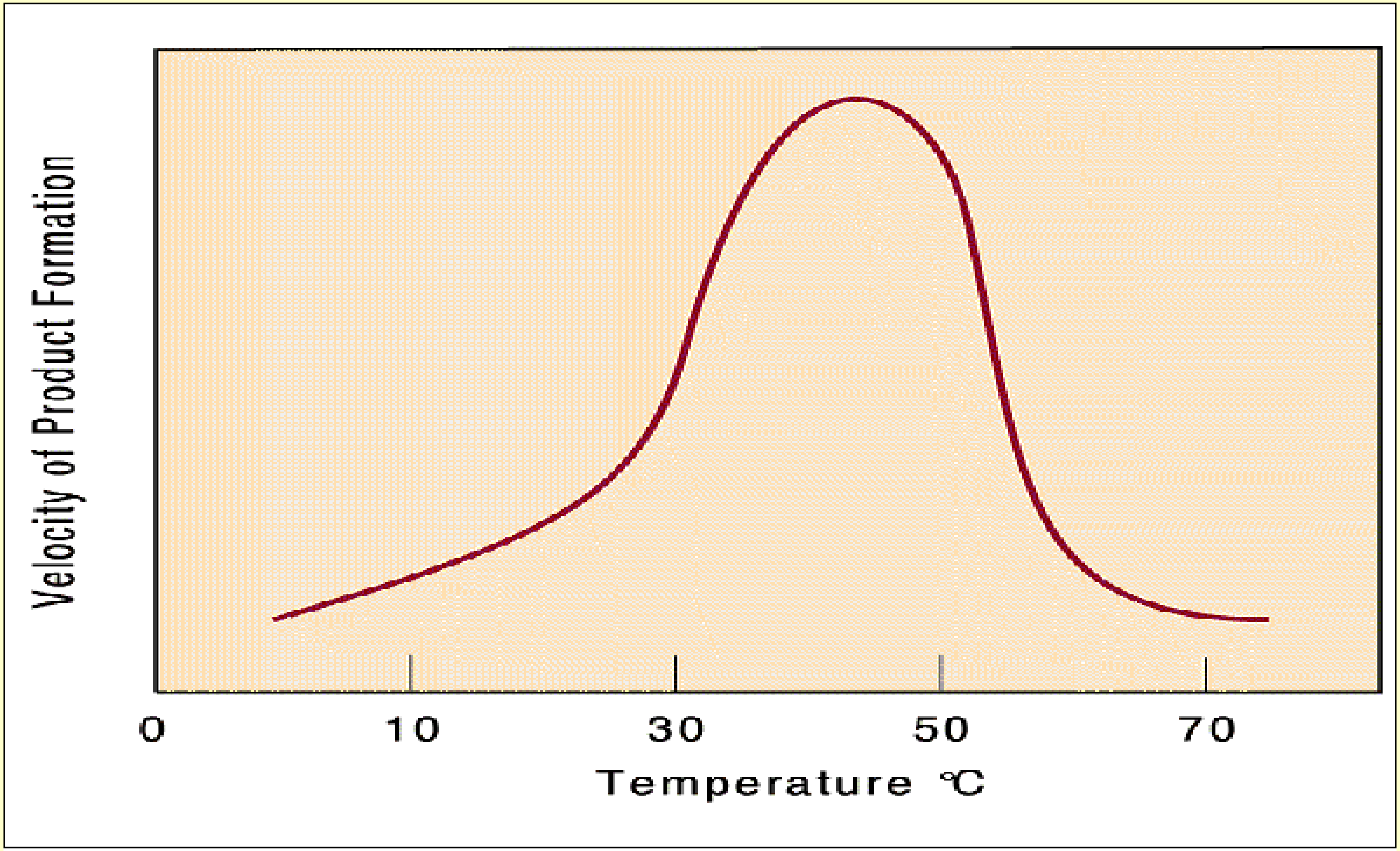
↓

reducen la Energía de Activación

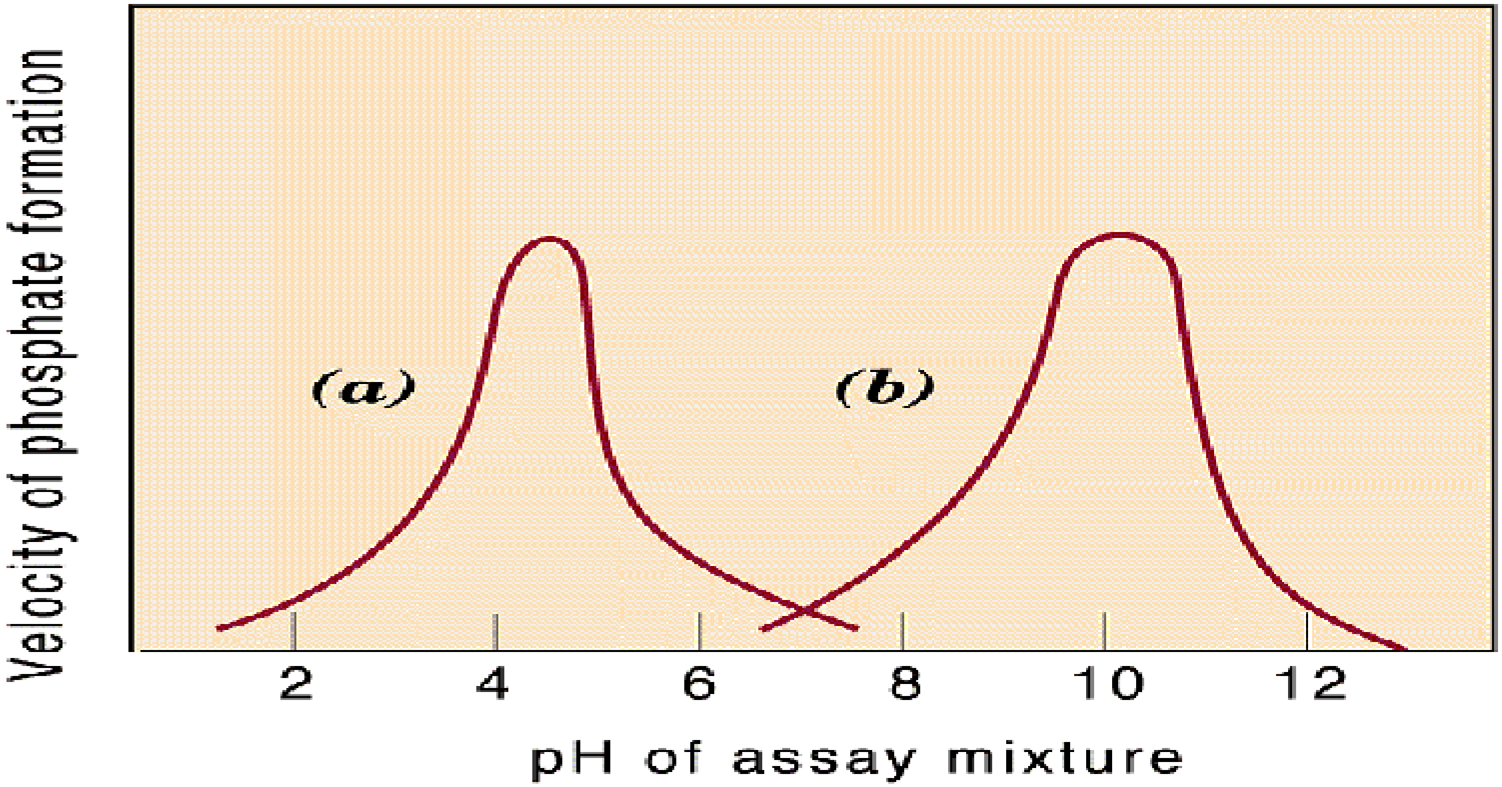


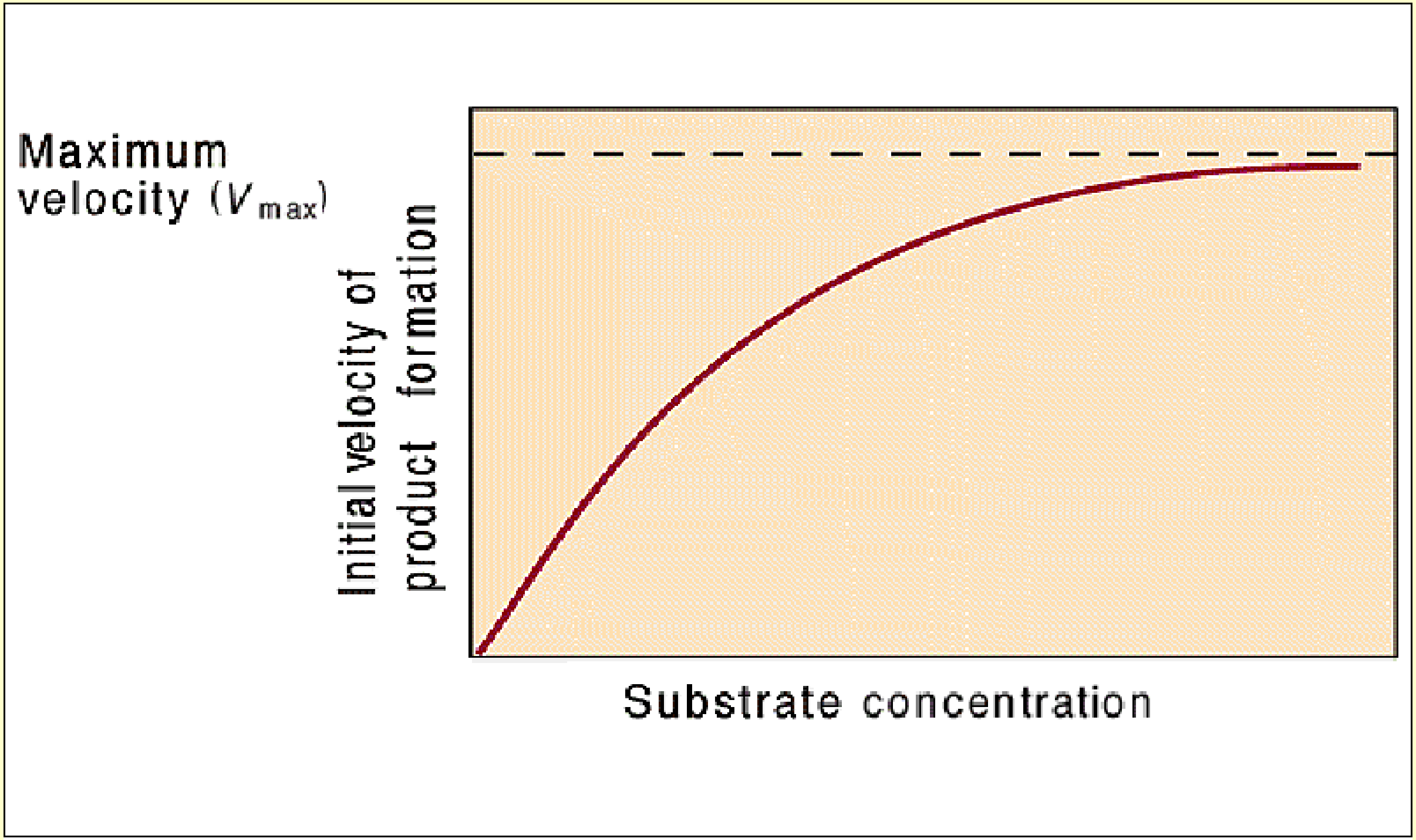
Delta G* is the activation energy

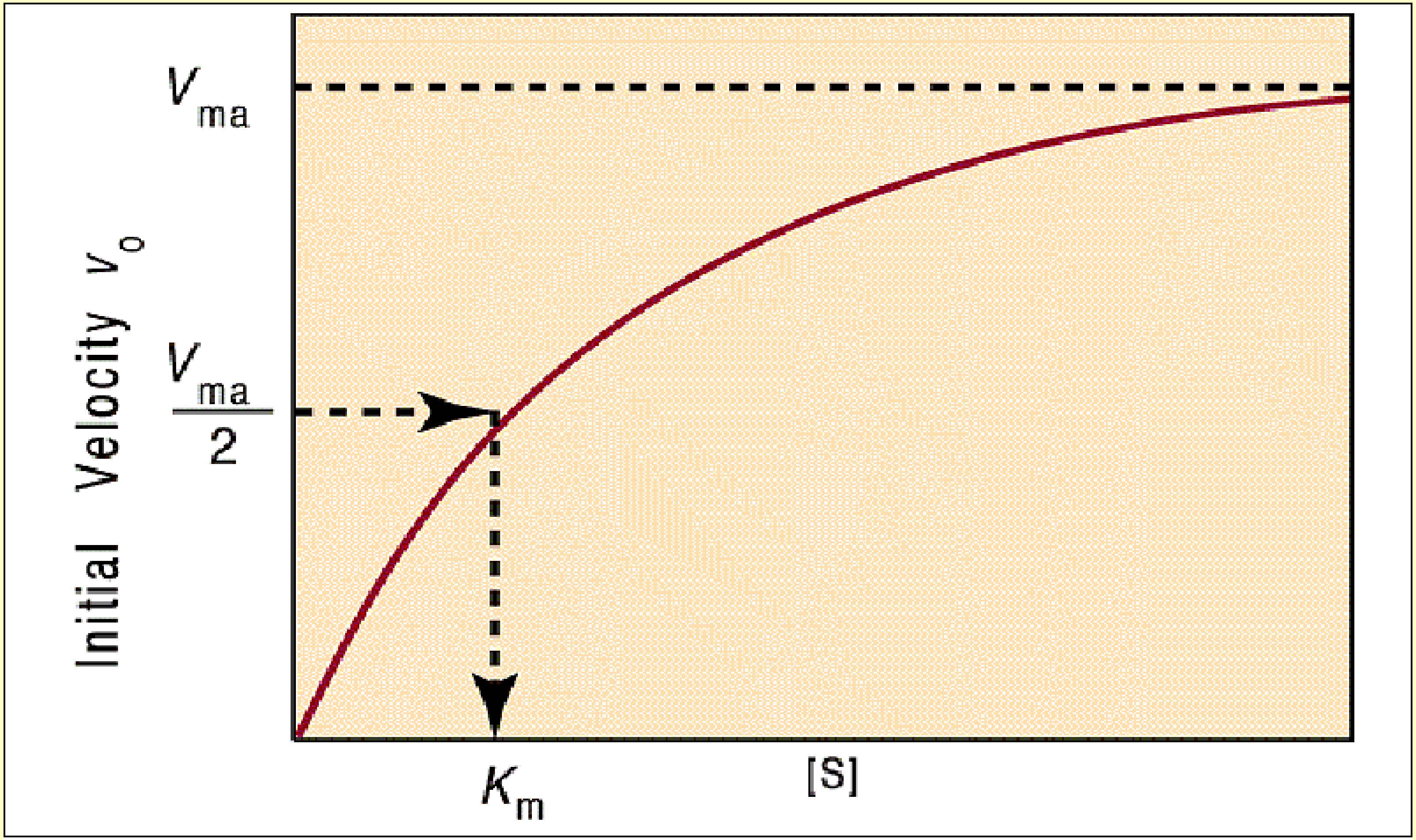
Delta G is negative overall for forward reaction



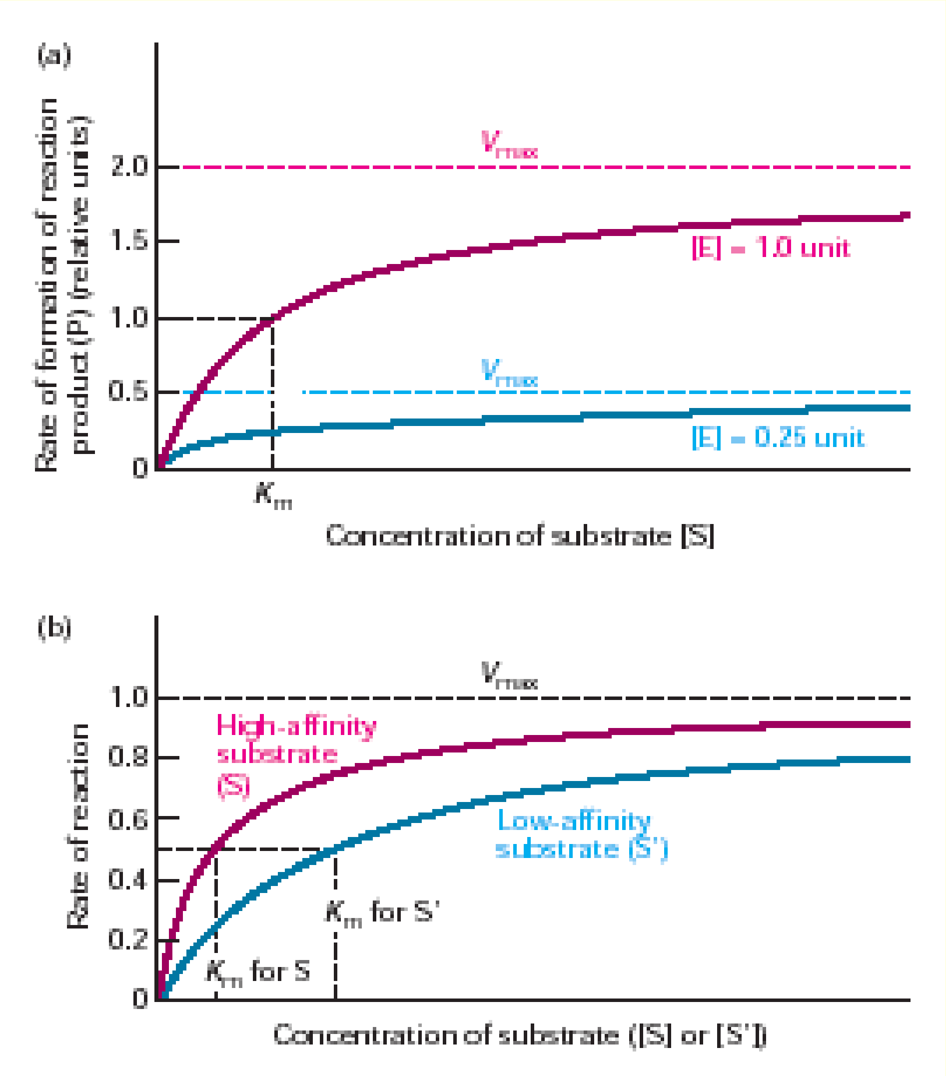
Velocity of Product Formation
0
10
30
50
70
Temperature °C


Velocity of phosphate formation
(a)
(b)
2
4
6
8
10
12
pH of assay mixture


Maximum
velocity (V_{max})
Initial velocity of
product formation
Substrate concentration



V_{ma}
$\frac{V_{ma}}{2}$
Initial Velocity v_o
K_m
[S]



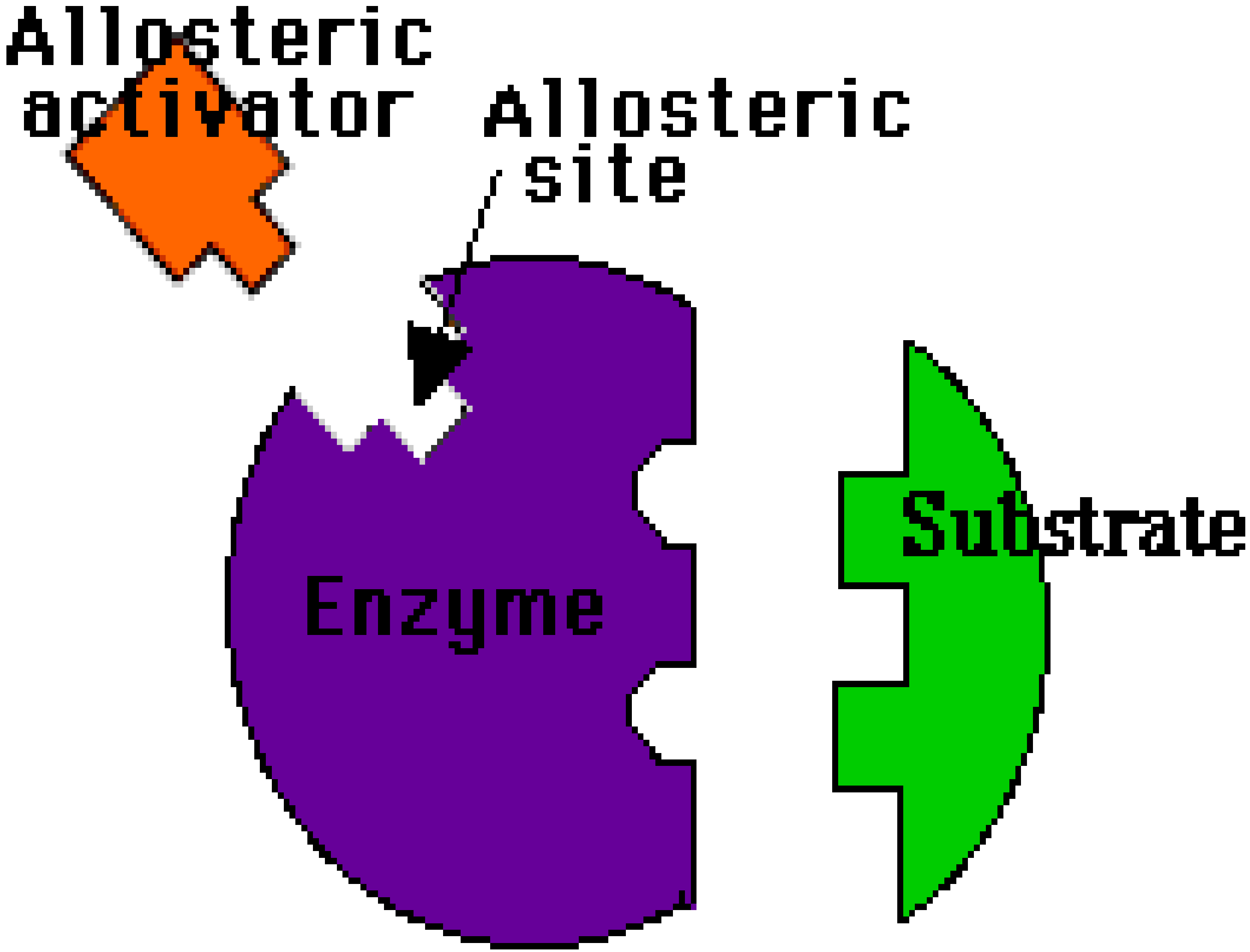
La Km y la Vmax para una reacción catalizada por una enzima están determinadas desde los gráficos de velocidad inicial versus concentración del sustrato

SIGNIFICADO de Km y Vmax:

Son dos parámetros que definen el comportamiento cinético de una enzima como una función de [S].

Km representa la concentración de sustrato que se requiere para alcanzar la mitad de la velocidad máxima..
Km es una concentración. Se expresa como moles/litro (M).

Vmax es una medida de velocidad.
Se expresa en moles/minuto.


Allosteric
activator
Allosteric
site
Enzyme
Substrate

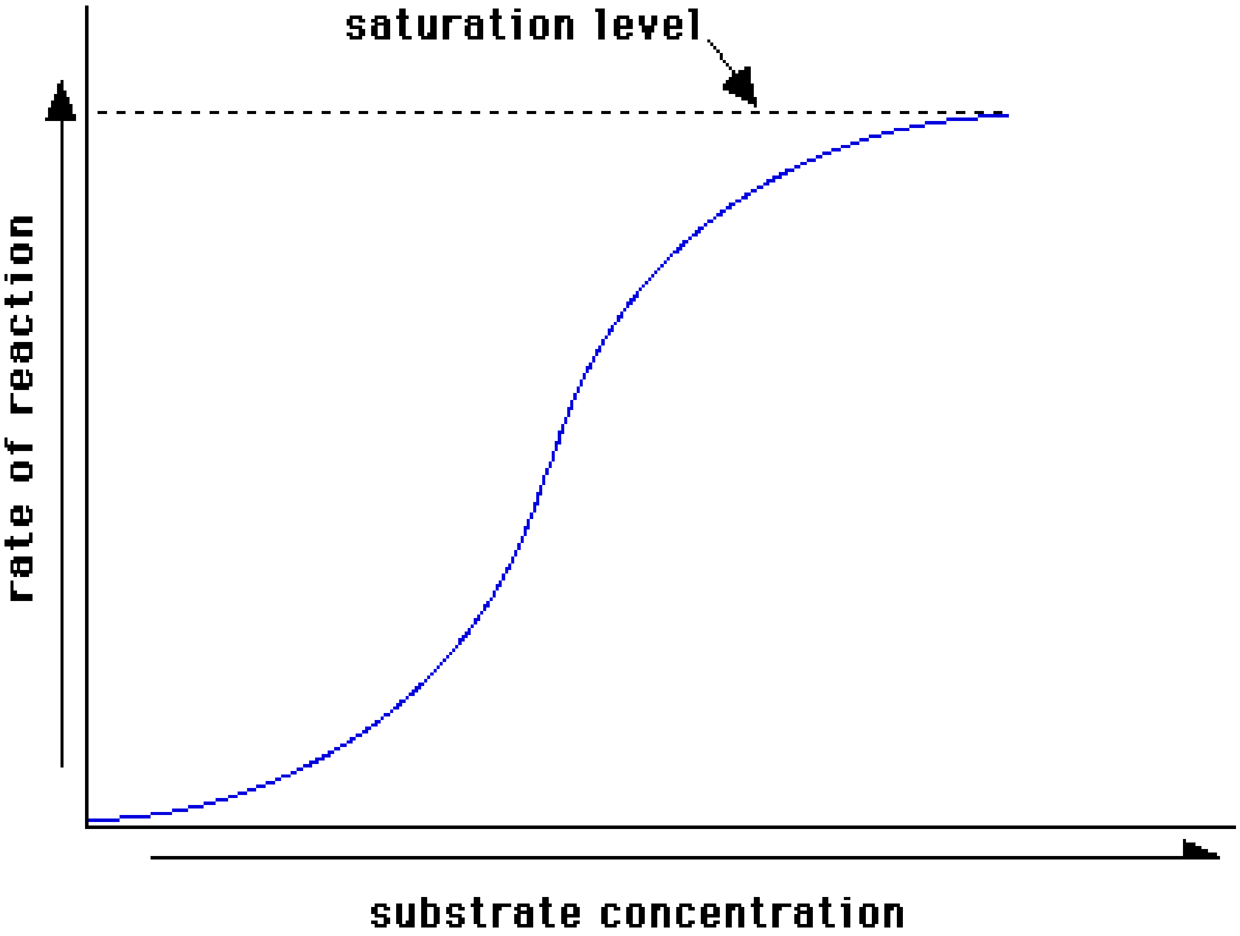
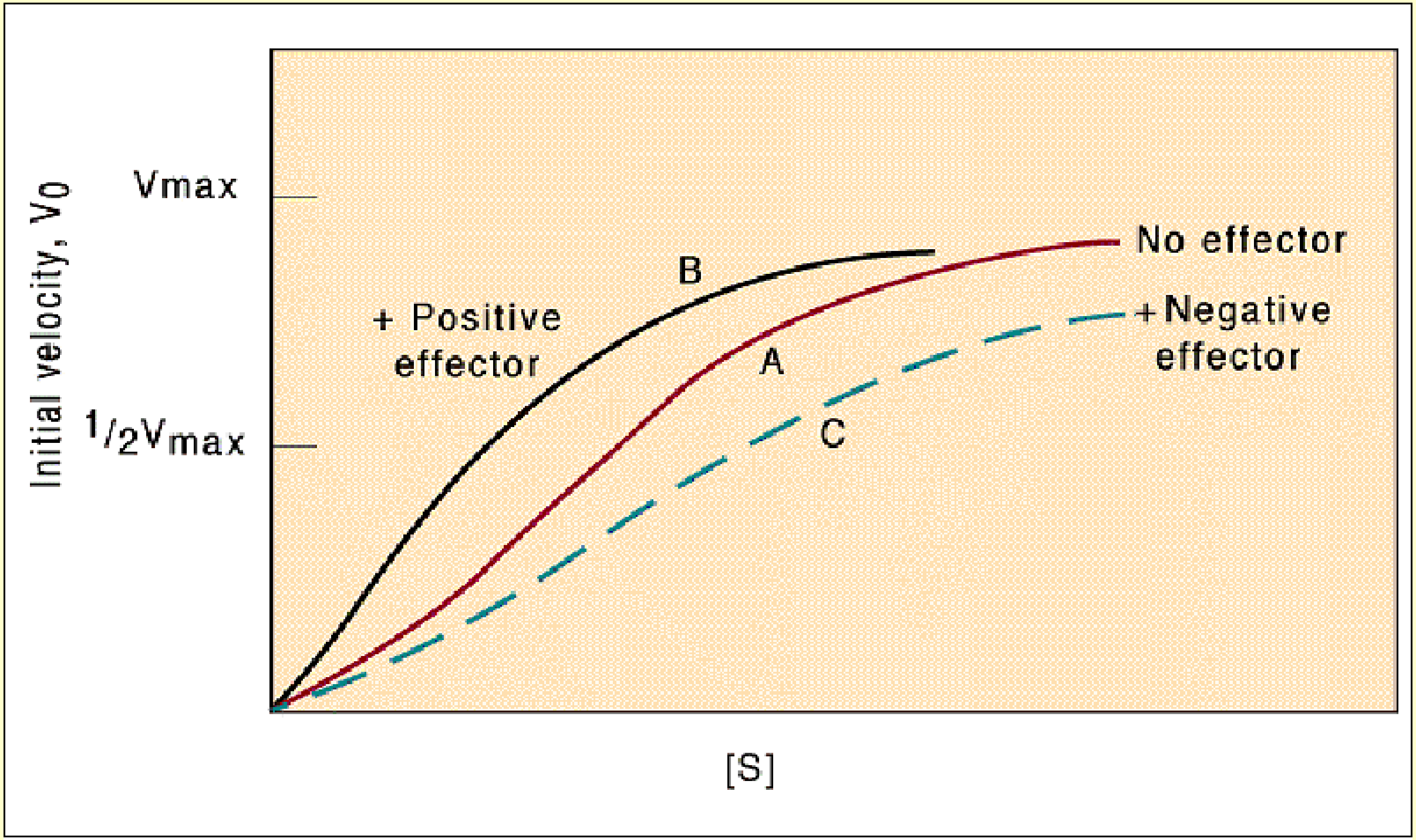


Fig. The sigmoid, or S-shaped, increase in reaction rate produced produced by most allosteric enzymes as substrate concentration increases.


Vmax
Initial velocity, V0
1/2Vmax
No effector
B
+ Positive
effector
+ Negative
effector
A
C
[S]

Enzimas e inhibidores

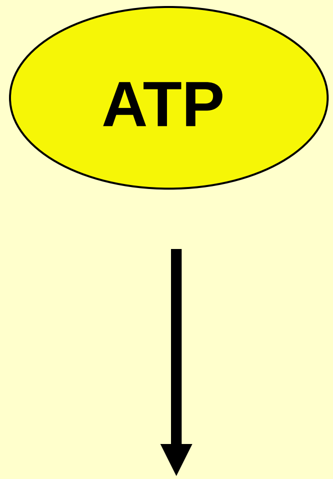
http://programs.northlandcollege.edu/biology/Biology1111/animations/enzyme.html

http://bcs.whfreeman.com/thelifewire/content/chp06/0602001.html

Cinética enzimática

http://www.wiley.com/college/pratt/0471393878/student/animations/enzyme_kinetics/index.html

Las enzimas acoplan la combustión espontánea de los alimentos a reacciones que producen



Reacciones acopladas

Reacciones Acopladas

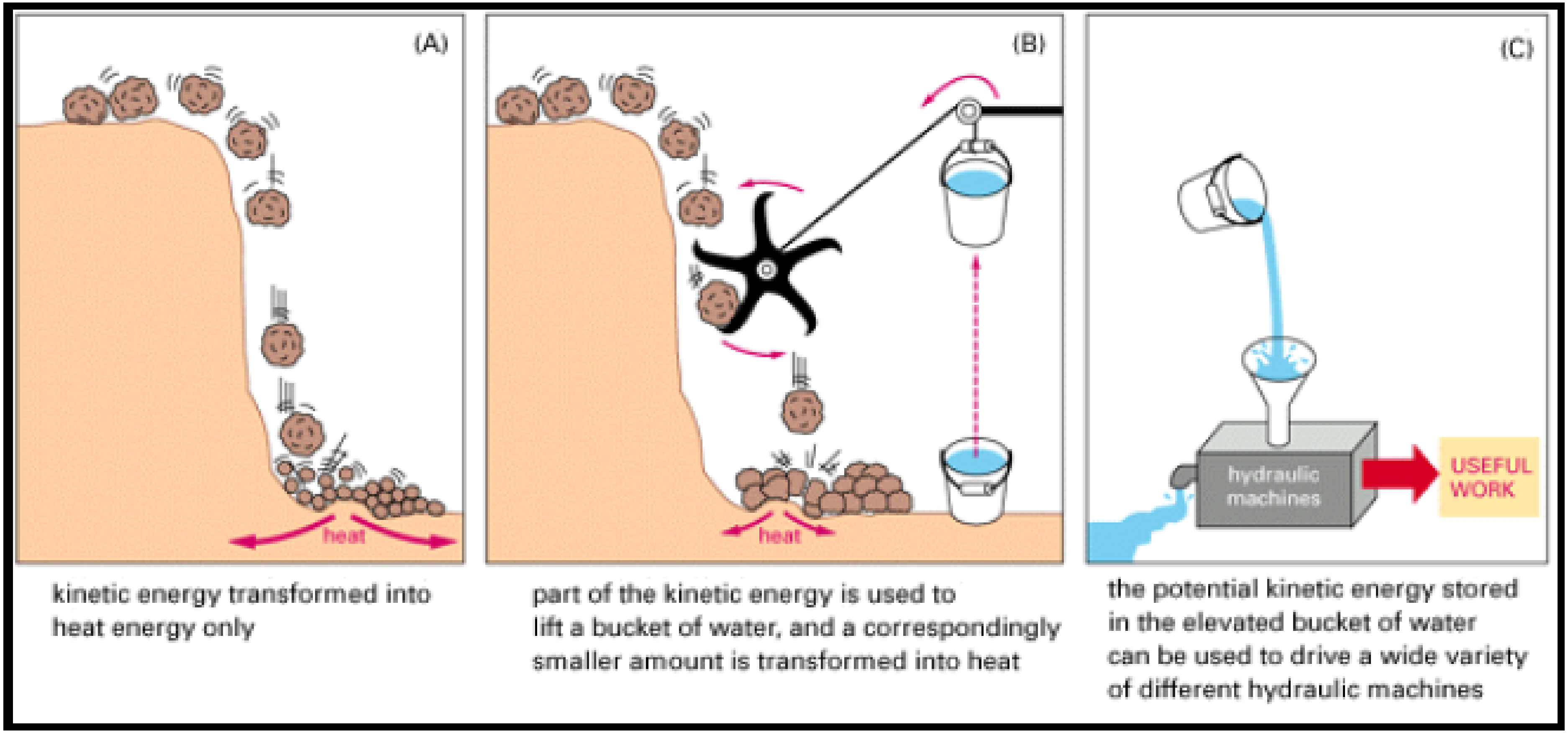
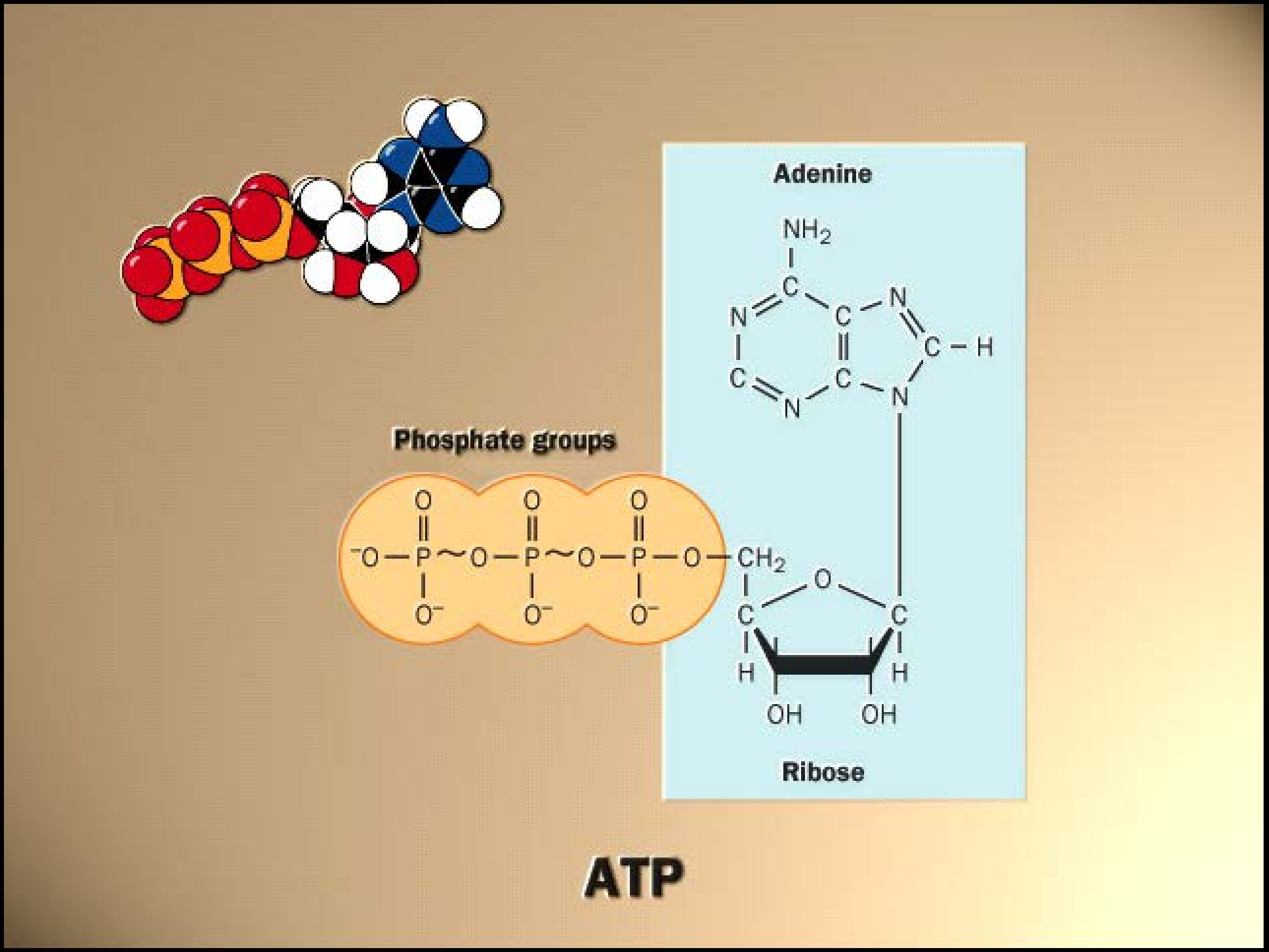


Figure 2-17. A mechanical model illustrating the principle of coupled chemical reactions. The spontaneous reaction shown in (A) might serve as an analogy for the direct oxidation of glucose to CO_2 and H_2O, which produces heat only. In (B) the same reaction is coupled to a second reaction; the second reaction might serve as an analogy for the synthesis of ATP. The more versatile form of energy produced in (B) can be used to drive other cellular processes, as in (C). ATP is the most versatile form of energy in cells.

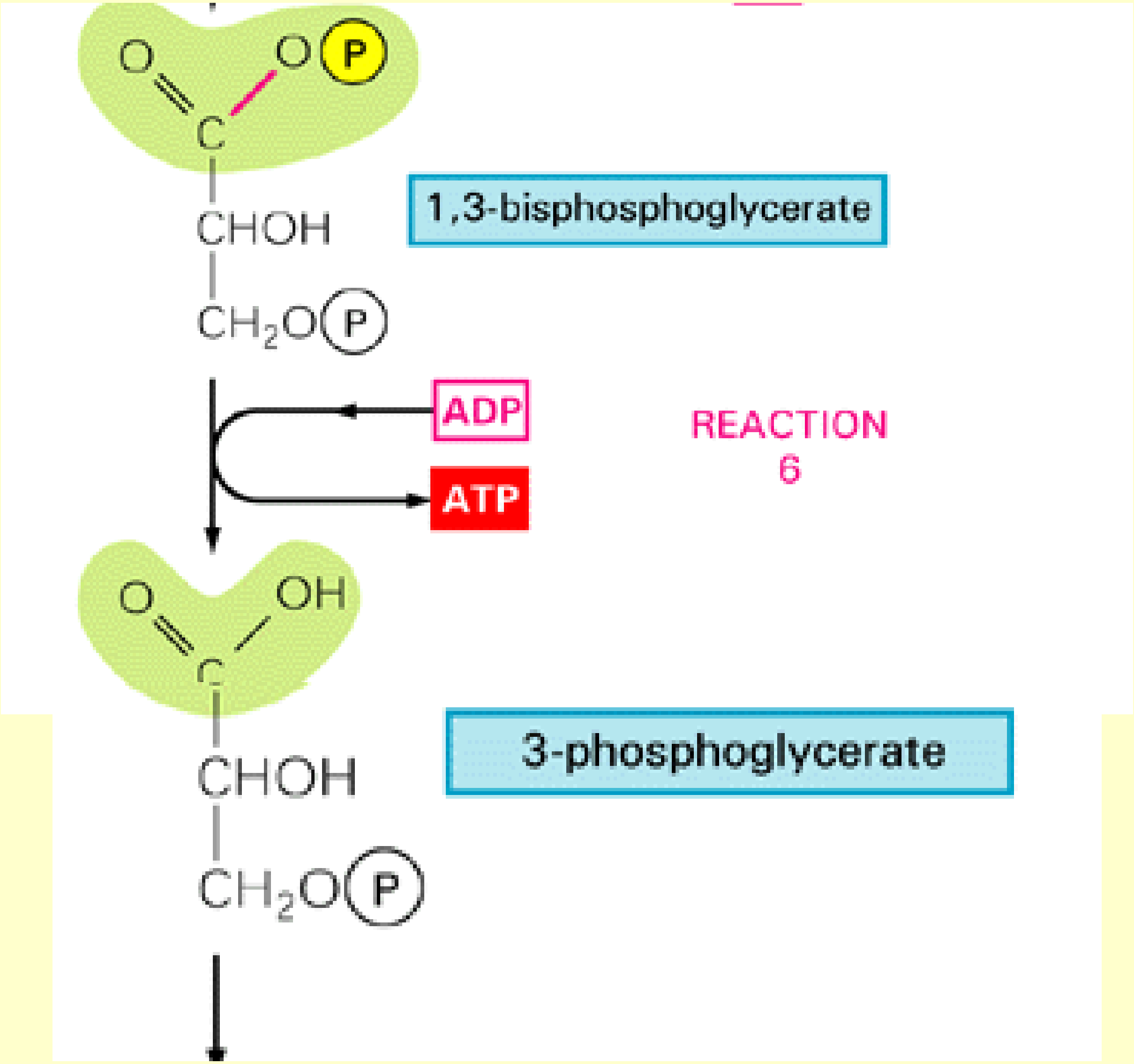


Adenine
Phosphate groups
Ribose
ATP

Cómo la célula fabrica ATP???

a) Directa: fosforilación a nivel de sustrato: cuando un sustrato (X~p) dona su p al ADP para hacer ATP

Fosforilación a nivel de sustrato



b) Indirecta: Mecanismo: Quimiosmosis

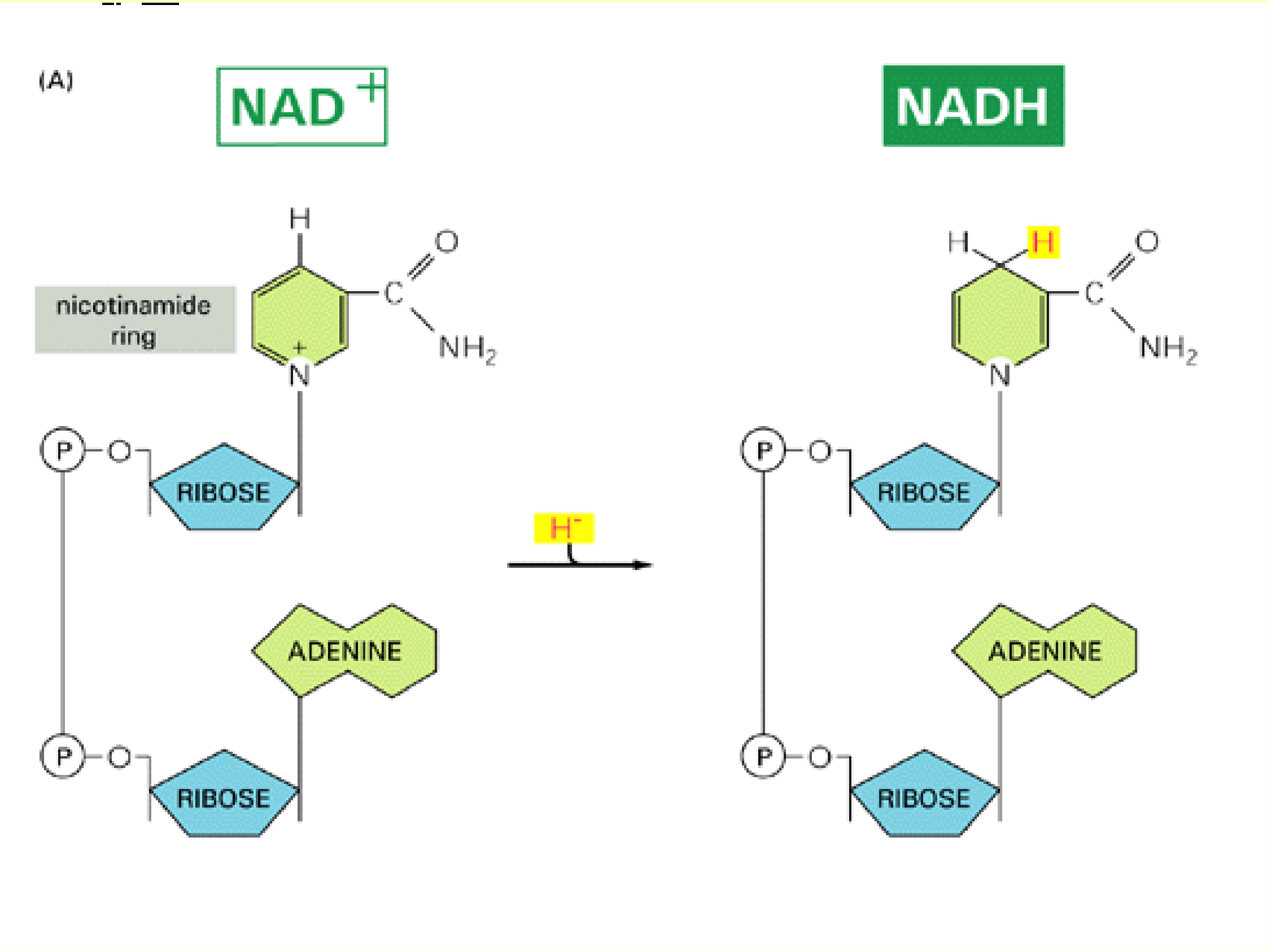
Los sustratos de los alimentos donan sus é a moléculas aceptoras: NAD^+, $NADP^+$, FAD para producción de moléculas reducidas:

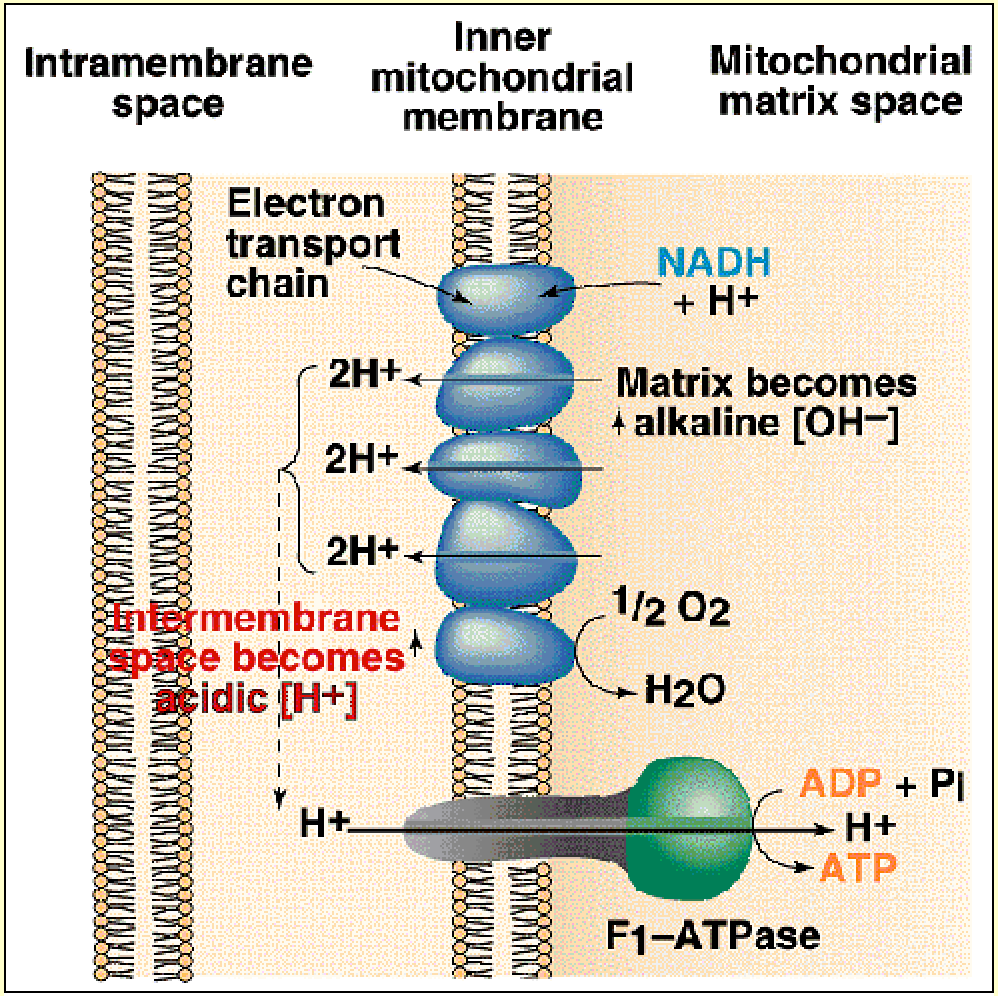
NADH,
NADPH
$FADH_2$

El protón difunde a través de la membrana plasmática (bacterias) o mitocondrial o tilacoide (eucariontes) e ingresa nuevamente activando ATPasa:

$$ADP + Pi \longrightarrow ATP$$

$NAD^+ \longrightarrow NADH$





Intramembrane space
Inner mitochondrial membrane
Mitochondrial matrix space
Electron transport chain
NADH
+ H+
2H+
Matrix becomes alkaline [OH−]
2H+
2H+
1/2 O2
Intermembrane space becomes acidic [H+]
H2O
ADP + Pi
H+
H+
ATP
F1–ATPase

Transporte de electrones

http://www2.nl.edu/jste/electron_transport_system.htm

Fosforilación oxidativa

http://science.nhmccd.edu/biol/etc/respirat.html

http://www.chem.purdue.edu/courses/chm333/oxidative_phosphorylation.swf

http://www.brookscole.com/chemistry_d/templates/student_resources/shared_resources/animations/oxidative/oxidativephosphorylation.html

http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/animations/electron_transport/electron_transport.htm

http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072437316/student_view0/chapter9/animations.html#

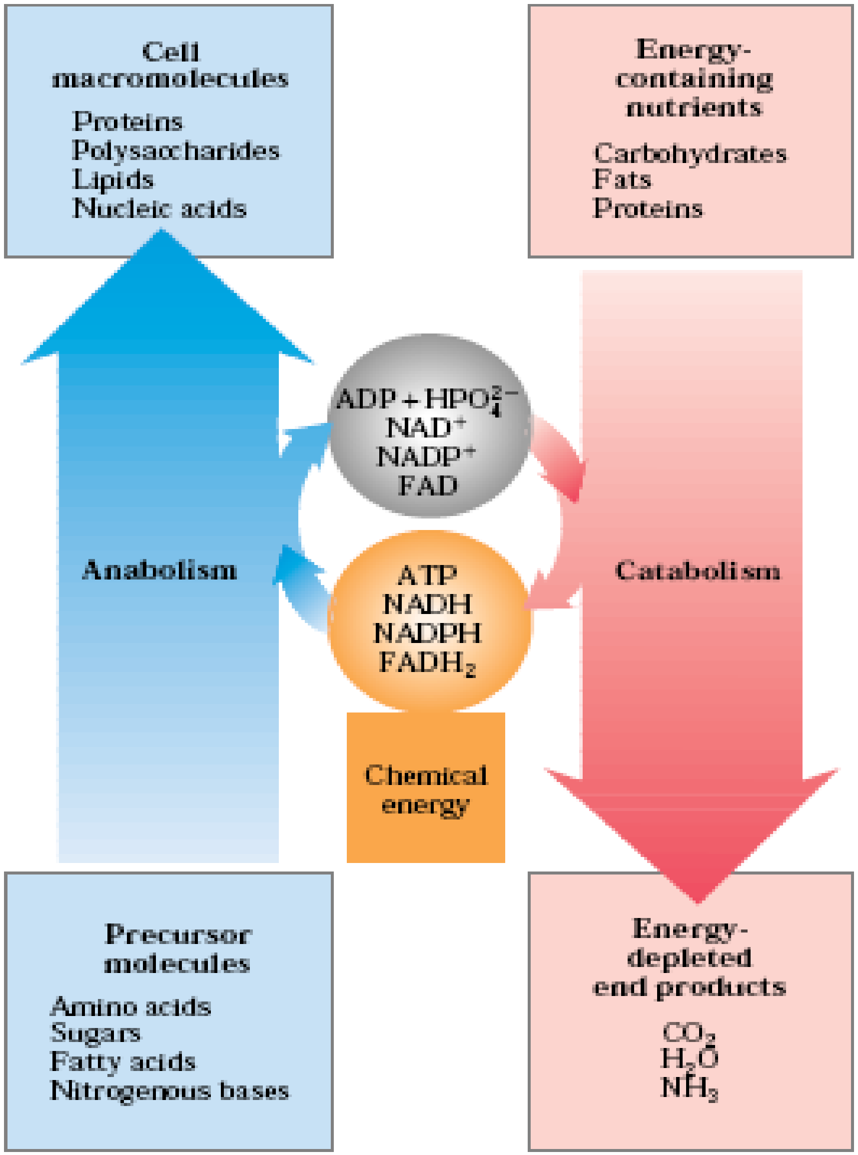


FIGURE 3 Energy relationships between catabolic and anabolic pathways. Catabolic pathways deliver chemical energy in the form of ATP, NADH, NADPH, and $FADH_2$. These energy carriers are used in anabolic pathways to convert small precursor molecules into cell macromolecules.