

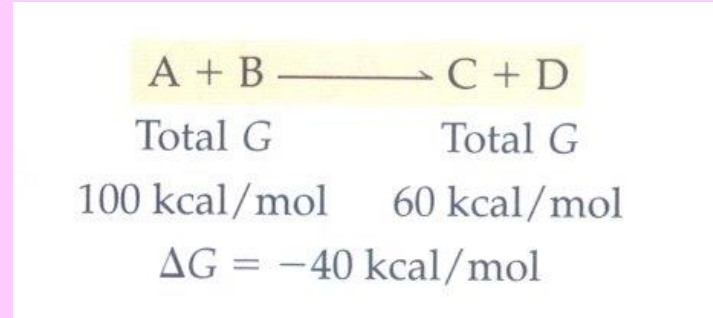
KİMYASAL TERMODİNAMİK KAVRAMLARI II

Doç.Dr. Mustafa ALTINIŞIK
ADÜTF Biyokimya AD

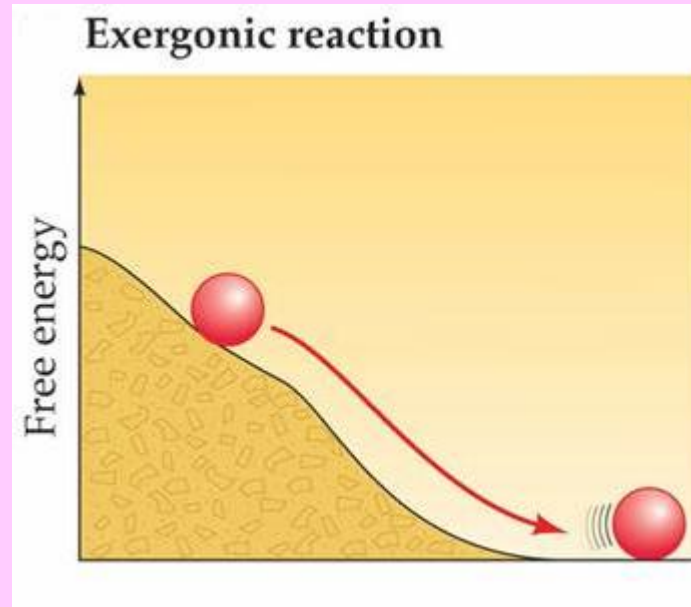
2006

Ekzergonik ve endergonik reaksiyonlar

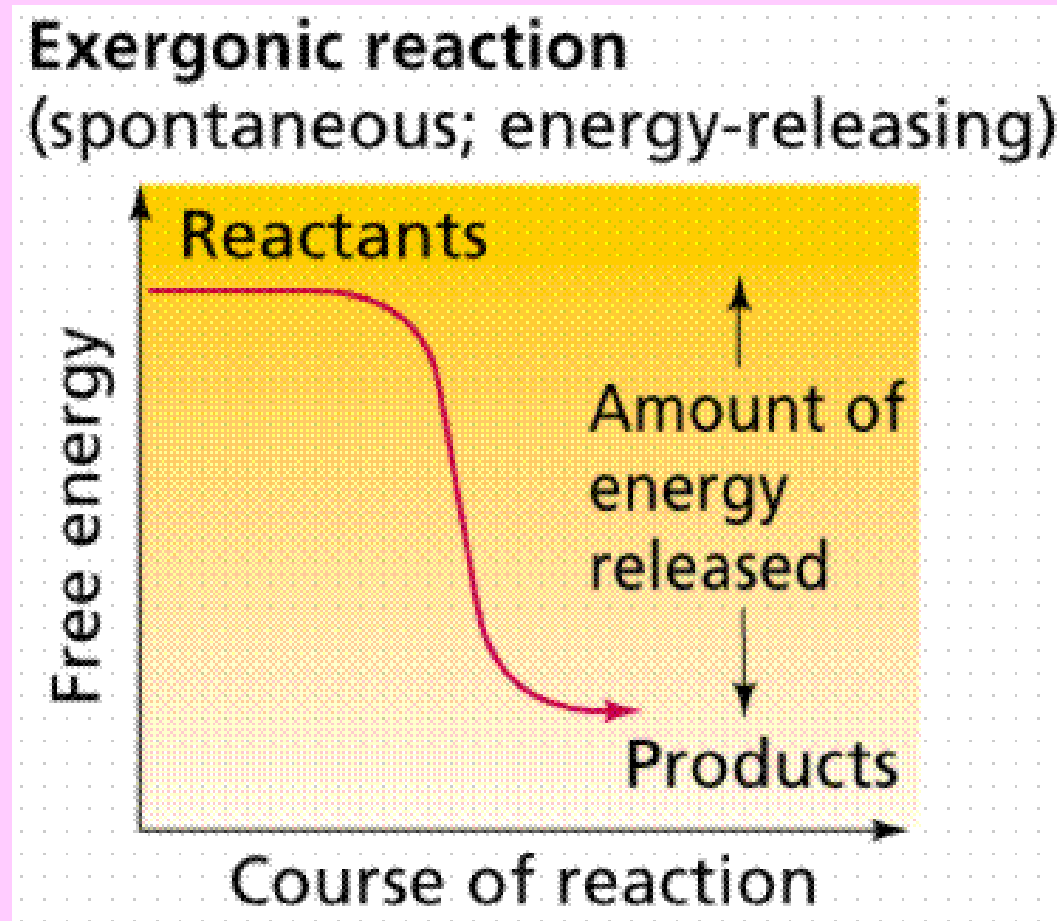
Sabit sıcaklık ve basınç altında kimyasal reaksiyonla oluşan ürünlerin toplam serbest enerjisi reaksiyona giren maddelerin toplam serbest enerjisinden küçük ise ΔG negatiftir ($\Delta G < 0$) ve reaksiyon **ekzergonik**'tir.



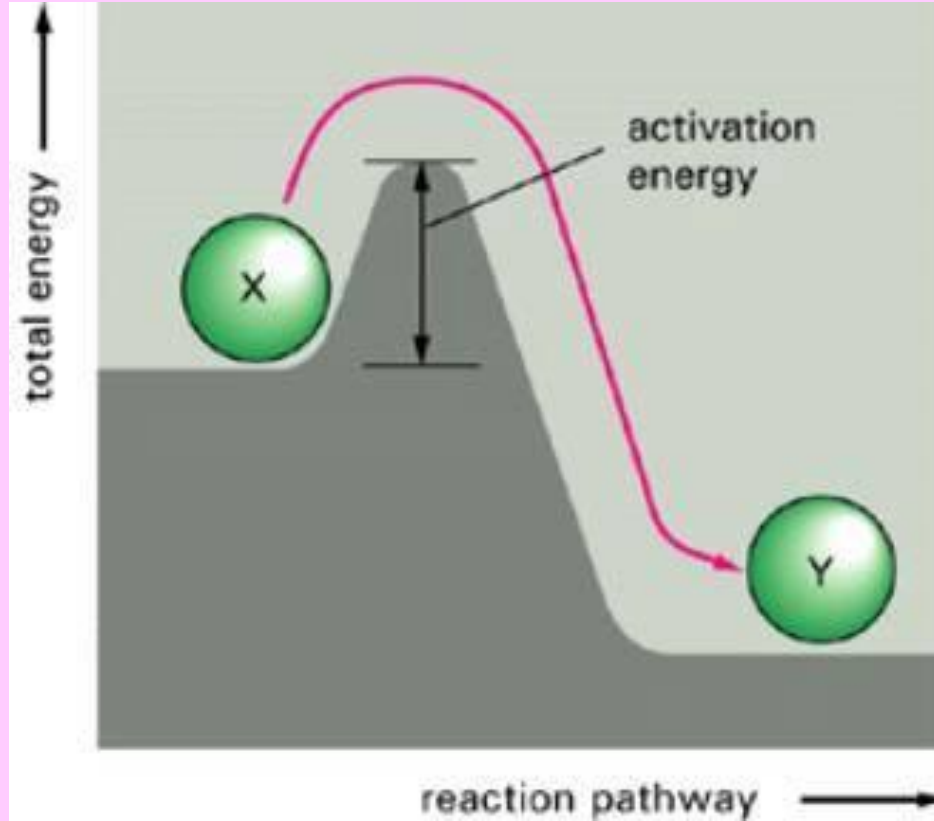
Ekzergonik reaksiyon, yazıldığı şekilde soldan sağa doğru kendiliğinden ilerler.



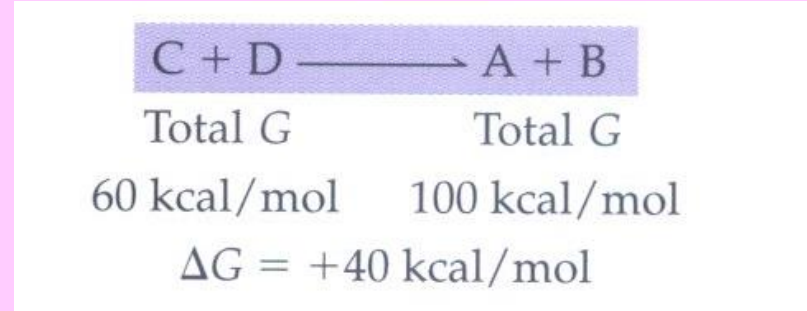
ΔG değeri negatif (–) ve büyük olan reaksiyonlar (**ekzergonik reaksiyonlar**), *termodinamik olarak elverişli reaksiyonlar* olarak tanımlanırlar.



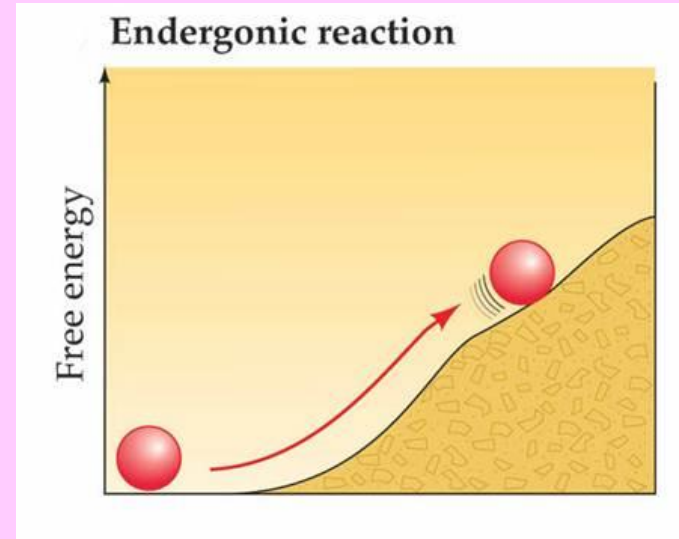
Termodinamik olarak elverişli bazı reaksiyonlar, ölçülebilecek hızda gerçekleşmez. Reaksiyonunun başlaması için **aktivasyon enerjisi** diye tanımlanan bir miktar enerji gereklidir.



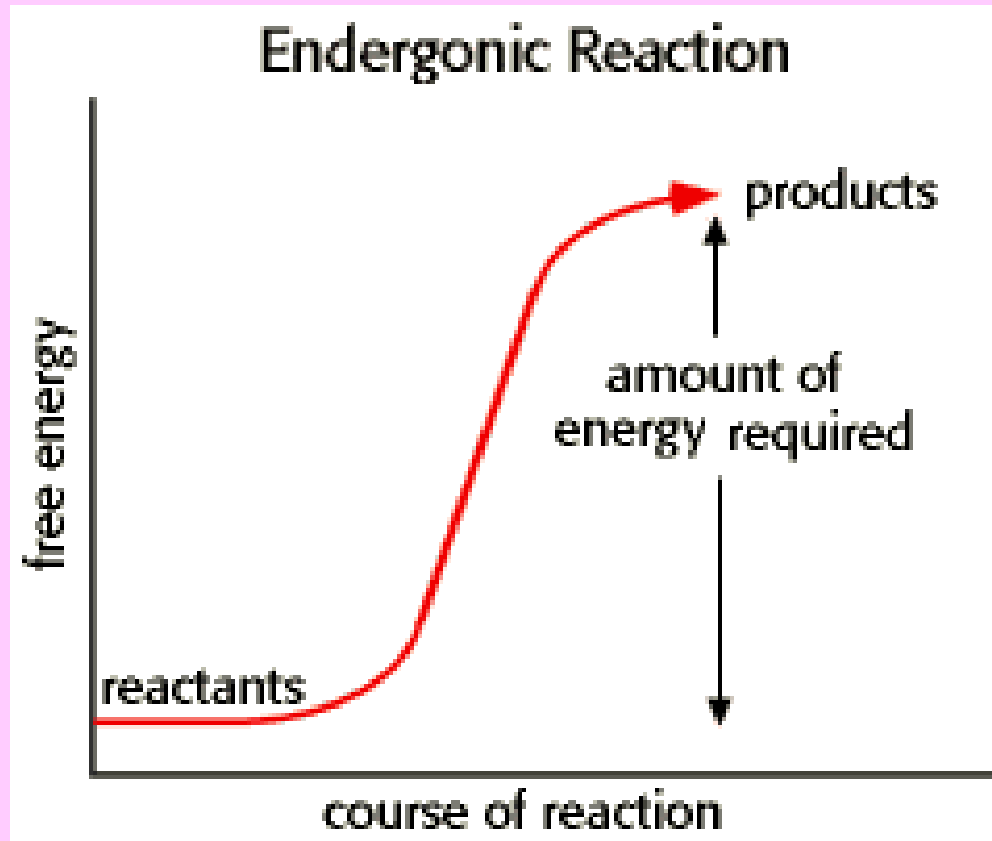
Sabit sıcaklık ve basınç altında kimyasal reaksiyonla oluşan ürünlerin toplam serbest enerjisi reaksiyona giren maddelerin toplam serbest enerjisinden büyük ise ΔG pozitiftir ($\Delta G > 0$) ve reaksiyon **endergonik**'tir.



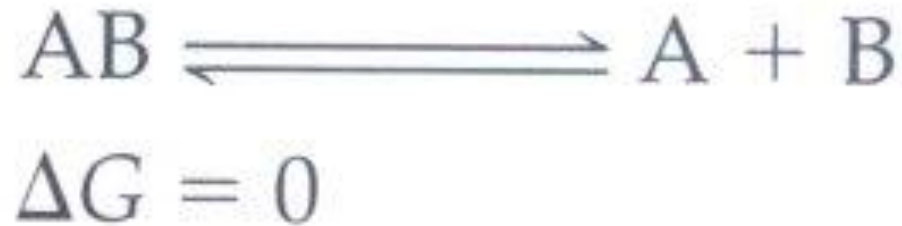
Endergonik reaksiyon, yazıldığı şekilde soldan sağa doğru kendiliğinden ilerlemez.



ΔG değeri pozitif (+) olan reaksiyonlar (**endergonik reaksiyonlar**), *termodinamik olarak elverişli olmayan reaksiyonlar* olarak tanımlanırlar.



Sabit sıcaklık ve basınç altında kimyasal reaksiyonla oluşan ürünlerin toplam serbest enerjisi reaksiyona giren maddelerin toplam serbest enerjisine eşit ise ΔG sıfırdır ($\Delta G=0$) ve **sistem dengededir**. Sistemde herhangi bir değişiklik olmamaktadır.



***Standart serbest enerji
değişikliğinin toplanabilirliği***

A↔**B** ve **B**↔**C** gibi art arda gelen iki kimyasal reaksiyonun her biri kendi denge sabitine ve karakteristik standart serbest enerji değişikliğine sahiptir.



$$\Delta G^{01}_{\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}}$$



$$\Delta G^{01}_{\mathbf{B} \rightarrow \mathbf{C}}$$

Art arda olan bu iki reaksiyon sonunda **A** reaktantından (substrat) **C** ürünü oluştuğundan, **B** iptal edilir ve toplam reaksiyon **A**↔**C** şeklinde yazılabilir; bu reaksiyonun da kendi denge sabiti ve standart serbest enerji değişikliği vardır.



$$\Delta G^{01}_{\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{C}}$$



$$\Delta G^{\circ}_{A \rightarrow B}$$



$$\Delta G^{\circ}_{B \rightarrow C}$$



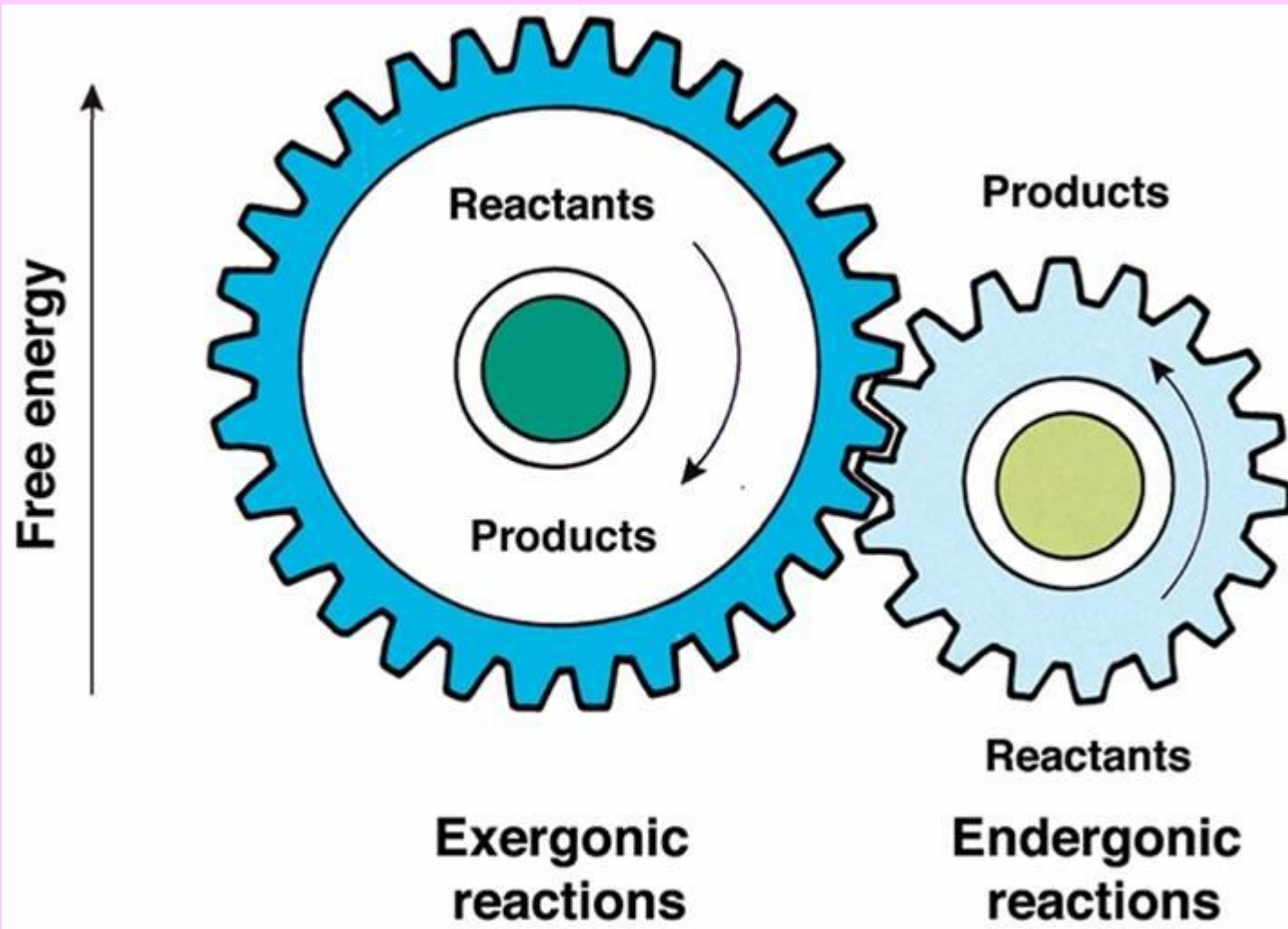
$$\Delta G^{\circ}_{A \rightarrow C}$$

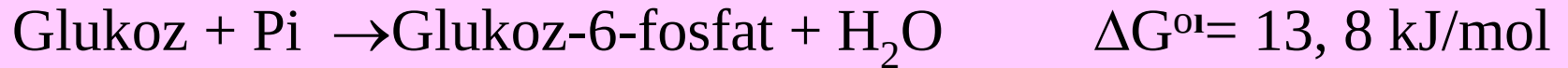
$A \leftrightarrow C$ toplu reaksiyonu için $\Delta G^{\circ}_{A \rightarrow C}$ standart serbest enerji değişikliği, iki alt basamak reaksiyonun standart serbest enerji değişikliklerinin toplamına eşittir.

$$\Delta G^{\circ}_{A \rightarrow C} = \Delta G^{\circ}_{A \rightarrow B} + \Delta G^{\circ}_{B \rightarrow C}$$

Standart serbest enerji değışikliklerinin toplanabilme özelliği, termodinamik olarak elverişsiz (ΔG^0 pozitif, endergonik) bir reaksiyonun yüksek olarak ekzergonik bir reaksiyona ortak bir ara madde vasıtasıyla bağlanarak ileri yönde yürüyebilmesini açıklar.



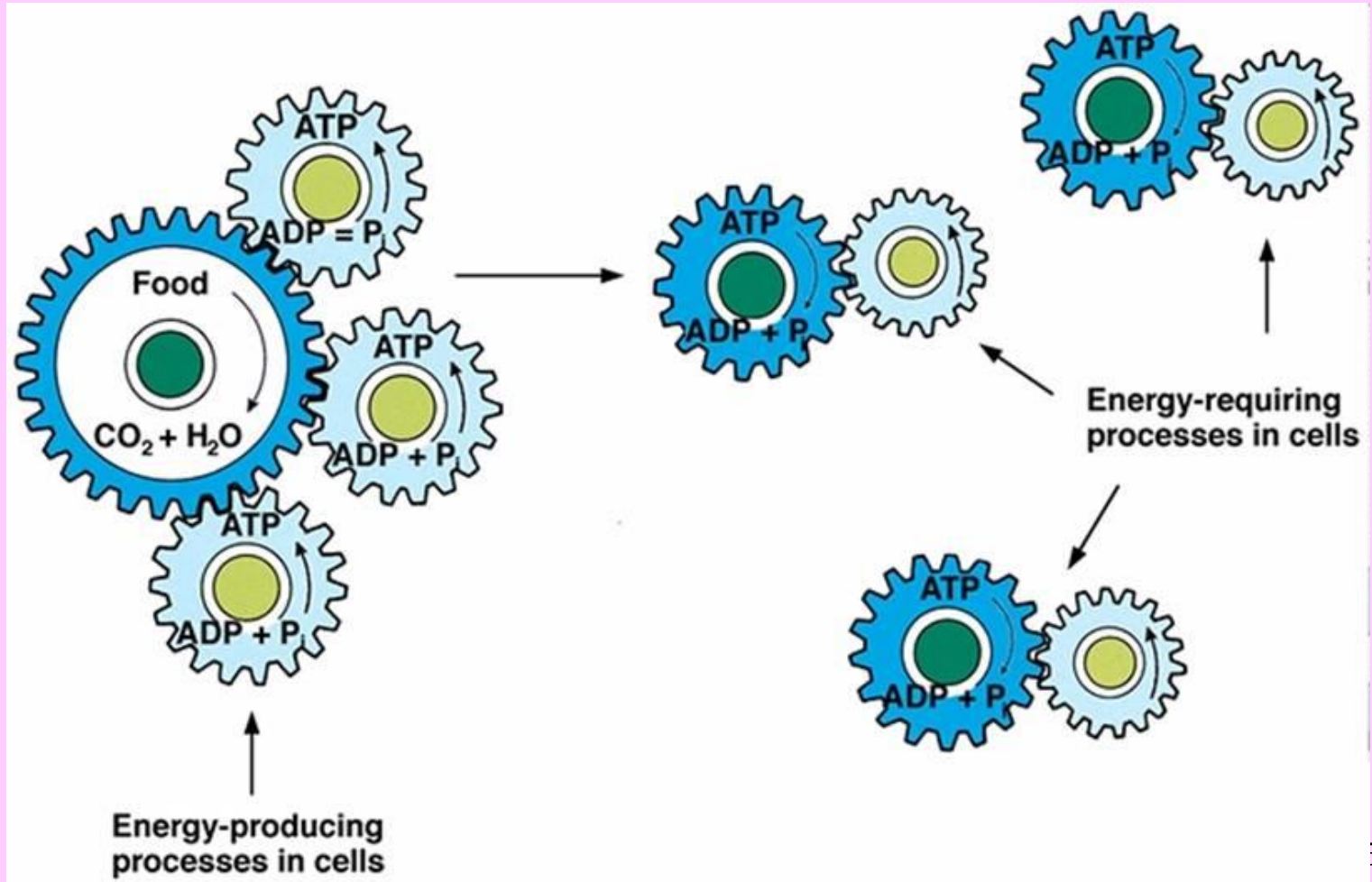




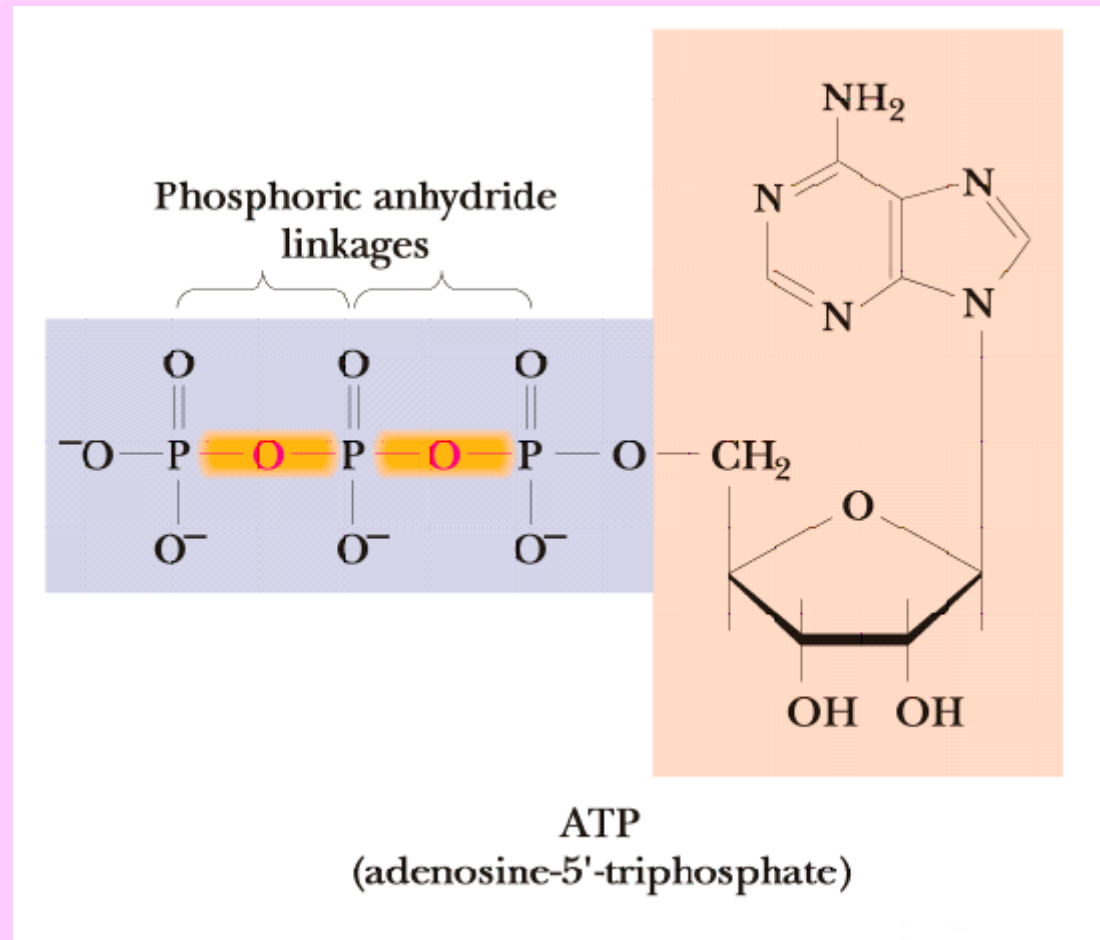
Toplam reaksiyon ekzergoniktir.

ATP'nin bağlarında depolanmış olan enerji, glukoz ve fosfattan oluşumu endergonik olan Glukoz-6-fosfatın sentezini sürdürmek için kullanılabilir.

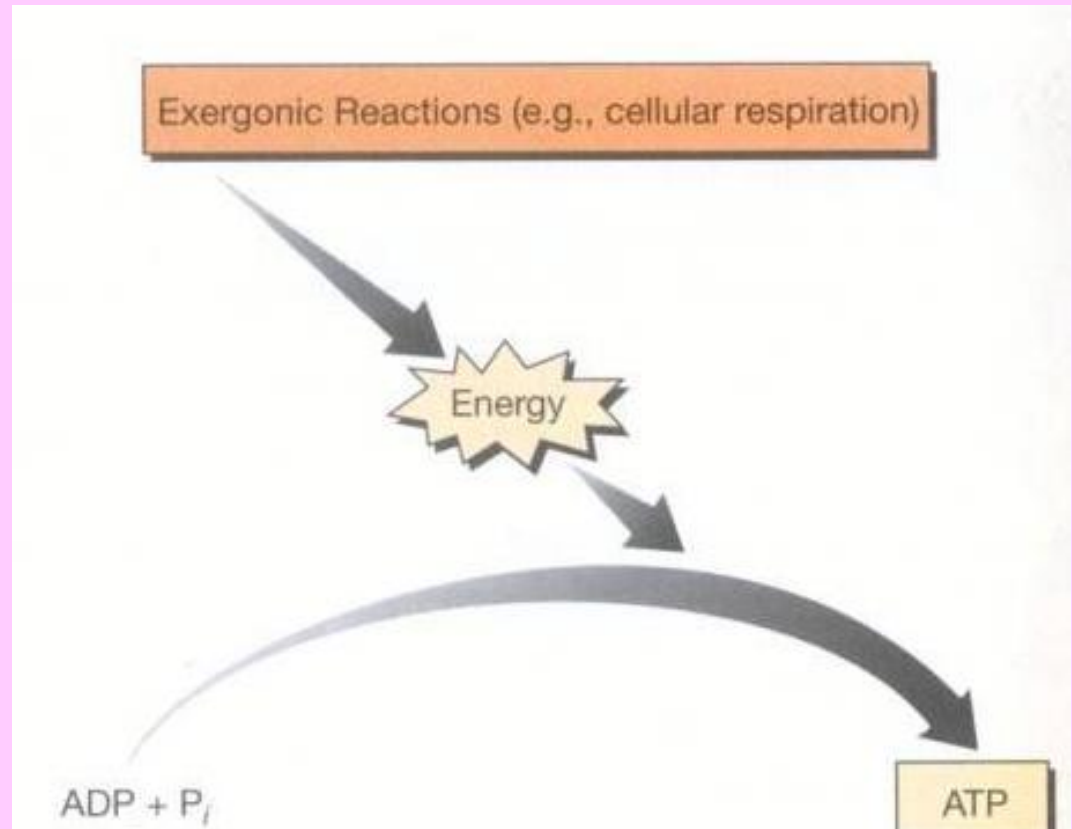
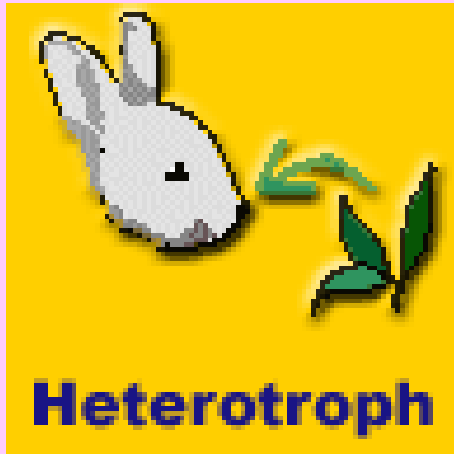
Glukozdan glukoz-6-fosfatın oluşmasındaki gibi bir strateji, bütün canlı hücreler tarafından, metabolik ara ürünler ve hücresel komponentlerin sentezinde kullanılır.



Bütün canlılarda ekzergonik ve endergonik olaylar arasında biyolojik enerjinin taşınmasında, yüksek enerjili fosfat bileşiği olan adenosin trifosfat (ATP) molekülü rol oynamaktadır.



Heterotrofik hücreler, besleyici moleküllerin yıkılması vasıtasıyla bir kimyasal formdan serbest enerji elde ederler ve bu enerjiyi, ADP ile P_i 'tan ATP yapmak için kullanırlar.

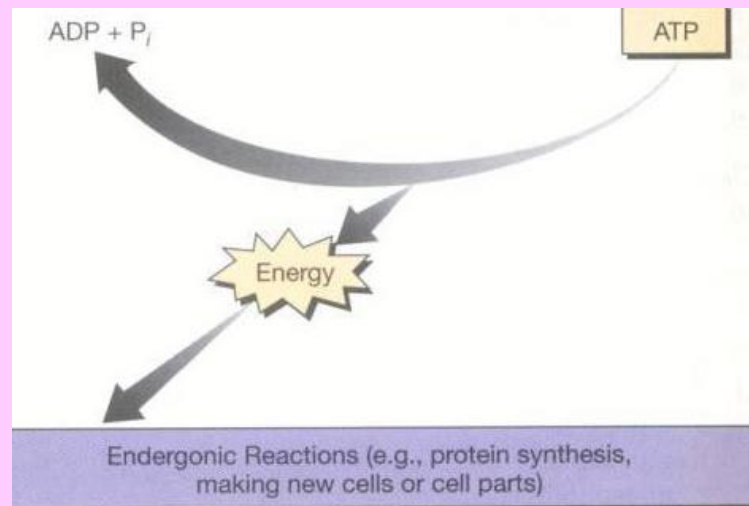


ADP ile P_i 'tan oluşturulan ATP, daha sonra kimyasal enerjisinin bir kısmını

-metabolik ara maddeler ve küçük önmaddelerden makromoleküllerin sentezi,

-konsantrasyon gradientine karşı membranların bir tarafından diğer tarafına maddelerin taşınması

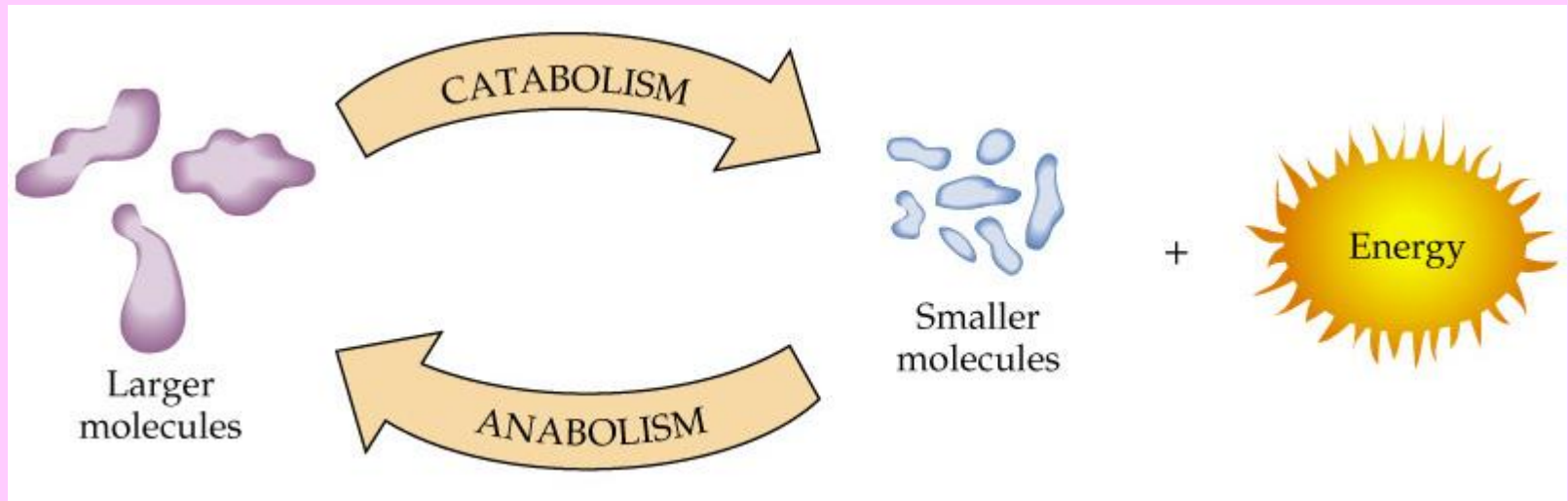
-mekanik hareket gibi endergonik süreçler için bağışlar.



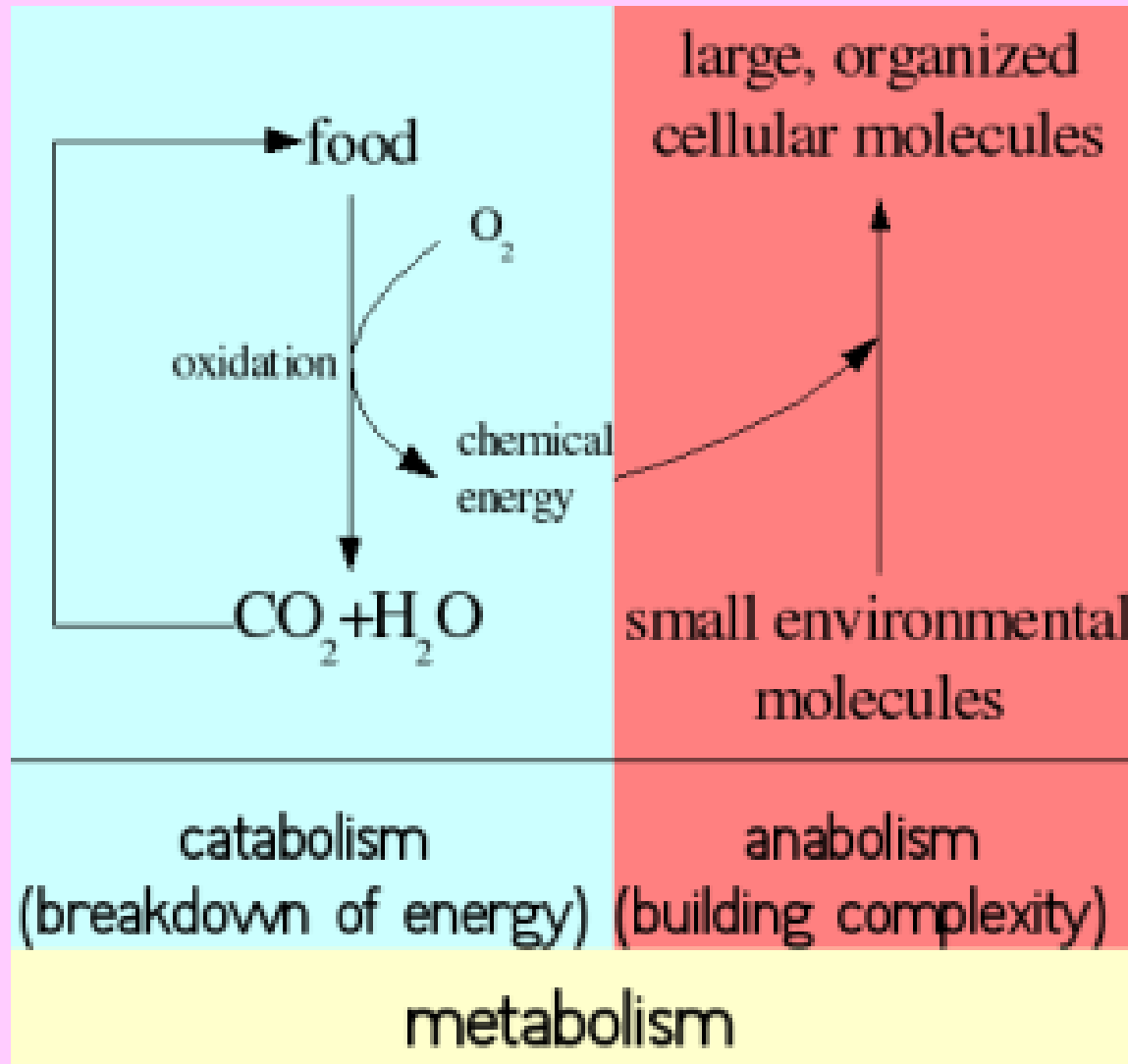
Canlılarda moleküllerin yıkılımının olduğu ekzergonik tepkimeler **katabolizma** olarak adlandırılmaktadır.

Yeni bileşiklerin yapıldığı sentez tepkimeleri **anabolizma** olarak adlandırılmaktadır.

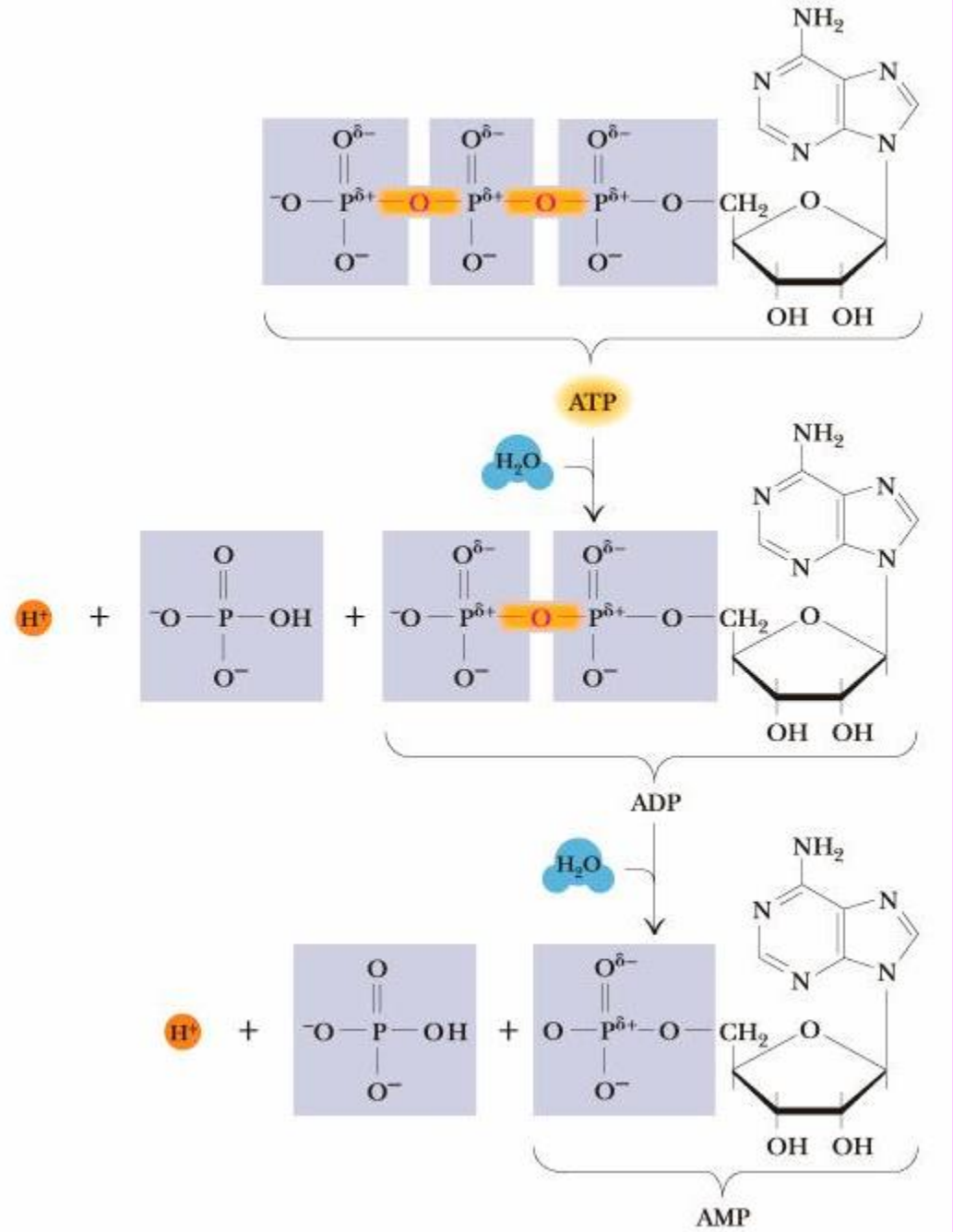
Anabolik ve katabolik olaylar birlikte **metabolizma**yı oluşturmaktadırlar.



Metabolizma, canlı ortamda yapısal dönüşümlerin ve enerji değişimlerinin tamamı olarak tanımlanabilir.



ATP'den enerji bağışı, genellikle ATP'nin ADP ve Pi'ta veya AMP ile 2Pi'ta dönüşümü ile sonuçlanarak yürüyen reaksiyonda ATP'nin kovalent katılımını gerektirir.



ATP, basit hidroliz yoluyla değil, grup transferi yoluyla enerji sağlar.

