KURS

„BIOLOGIA POD KLUCZ"

KIERUNKI PRZEMIAN METABOLICZNYCH, PRZENOŚNIKI ELEKTRONÓW I PROTONÓW, ATP

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane.
2. Wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego.
3. Wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną.
4. Przedstawia znaczenie NAD^+, FAD, $NADP^+$ w procesach utleniania i redukcji.

METABOLIZM

METABOLIZM



Termin ten pochodzi od greckiego słowa **metabole**, co oznacza **przemianę**.

Metabolizm - to całokształt przemian biochemicznych zachodzących w każdym organizmie żywym i towarzyszących im przemian energii.

Na metabolizm składają się dwie przeciwstawne grupy reakcji.



METABOLIZM

ANABOLIZM

$$A + B \xrightarrow{E} C$$

KATABOLIZM

$$C \xrightarrow{E} A + B$$

ANABOLIZM



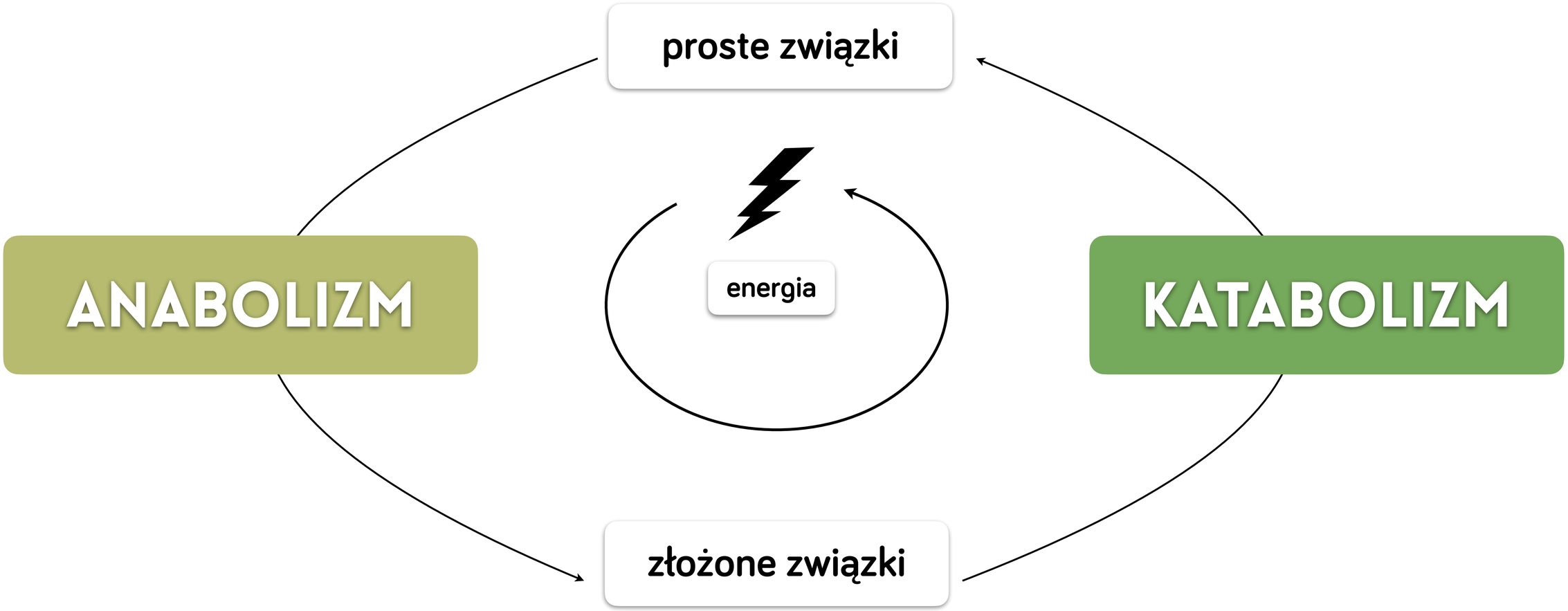
- należą tutaj głównie reakcje syntezy
- z prostszych związków (substratów) powstają związki bardziej złożone (produkty)
- reakcje wymagają dostarczenia energii (są endoergiczne)
- najczęściej z substratów niskoenergetycznych powstają produkty o wyższej energii
- przykłady: fotosynteza, synteza białek, glikogeneza

KATABOLIZM

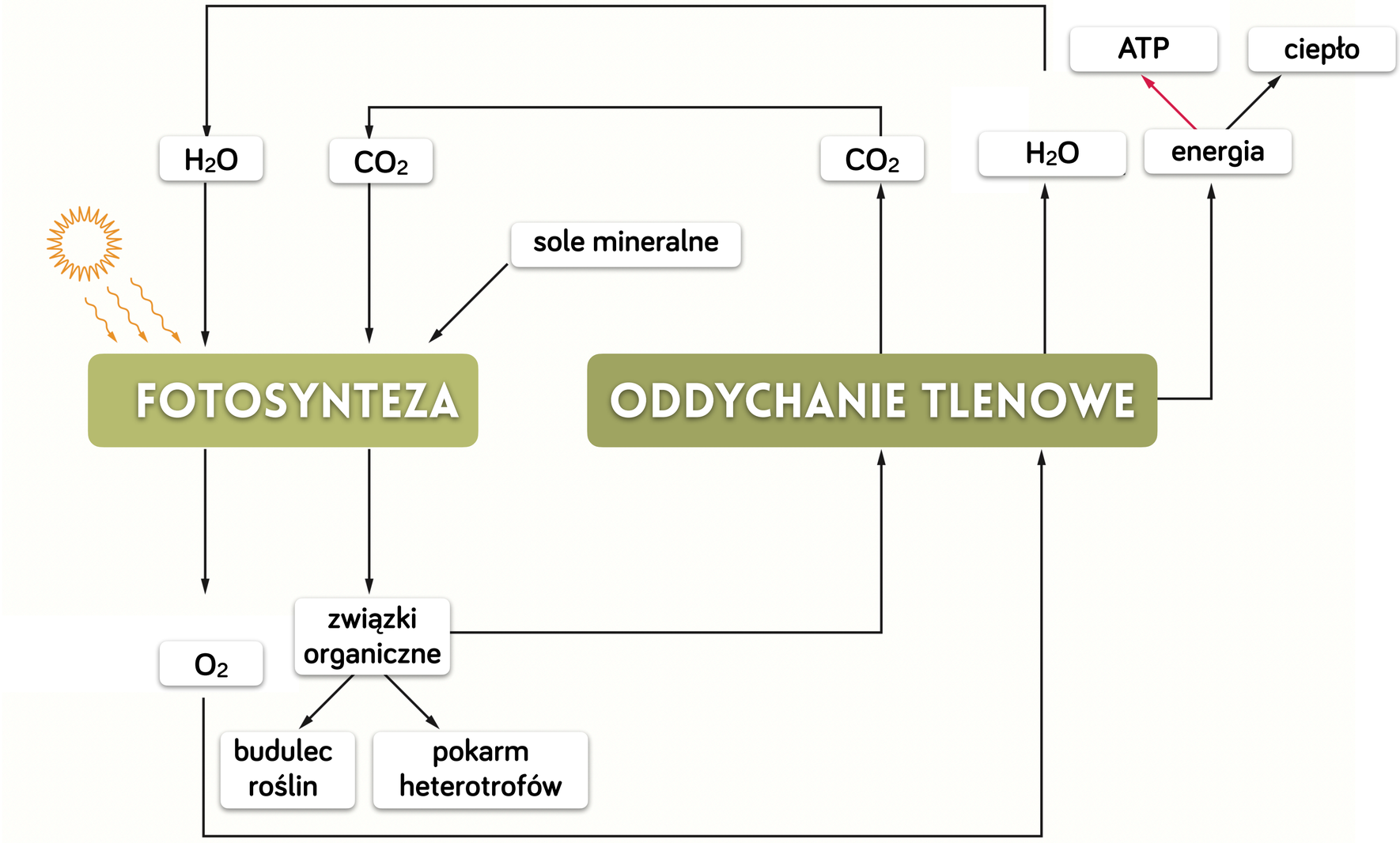


- należą tutaj głównie reakcje analizy (rozkładu)
- z bardziej złożonych związków (substratów) powstają związki prostsze (produkty)
- reakcje zachodzą z uwolnieniem energii (są egzoergiczne)
- najczęściej z substratów wysokoenergetycznych powstają produkty o niższej energii
- przykłady: oddychanie tlenowe; rozkład lipidów, białek czy też polisacharydów

METABOLIZM = ANABOLIZM + KATABOLIZM



POWIĄZANIE FOTOSYNTEZY I ODDYCHANIA TLENOWEGO





Wstaw znak: **=** lub **<** lub **>**

W organizmach młodych anabolizm …… katabolizm.

W organizmach dorosłych anabolizm …… katabolizm.

W organizmach starych anabolizm …… katabolizm.

SZLAKI I CYKLE METABOLICZNE



W komórce zachodzą najczęściej reakcje metaboliczne **wieloetapowe**. Zachodzą one w określonej kolejności, w której produkt jednej reakcji jest substratem następnej reakcji. Do przebiegu tych reakcji niezbędny jest udział **enzymów**.

Mogą one przyjmować postać:

- **szlaków metabolicznych**
- **cykli metabolicznych**

SZLAK METABOLICZNY

Szlaki metaboliczne obejmują ciągi reakcji przebiegających **tylko w jednym kierunku**, prowadzących do syntezy lub rozkładu określonej substancji.

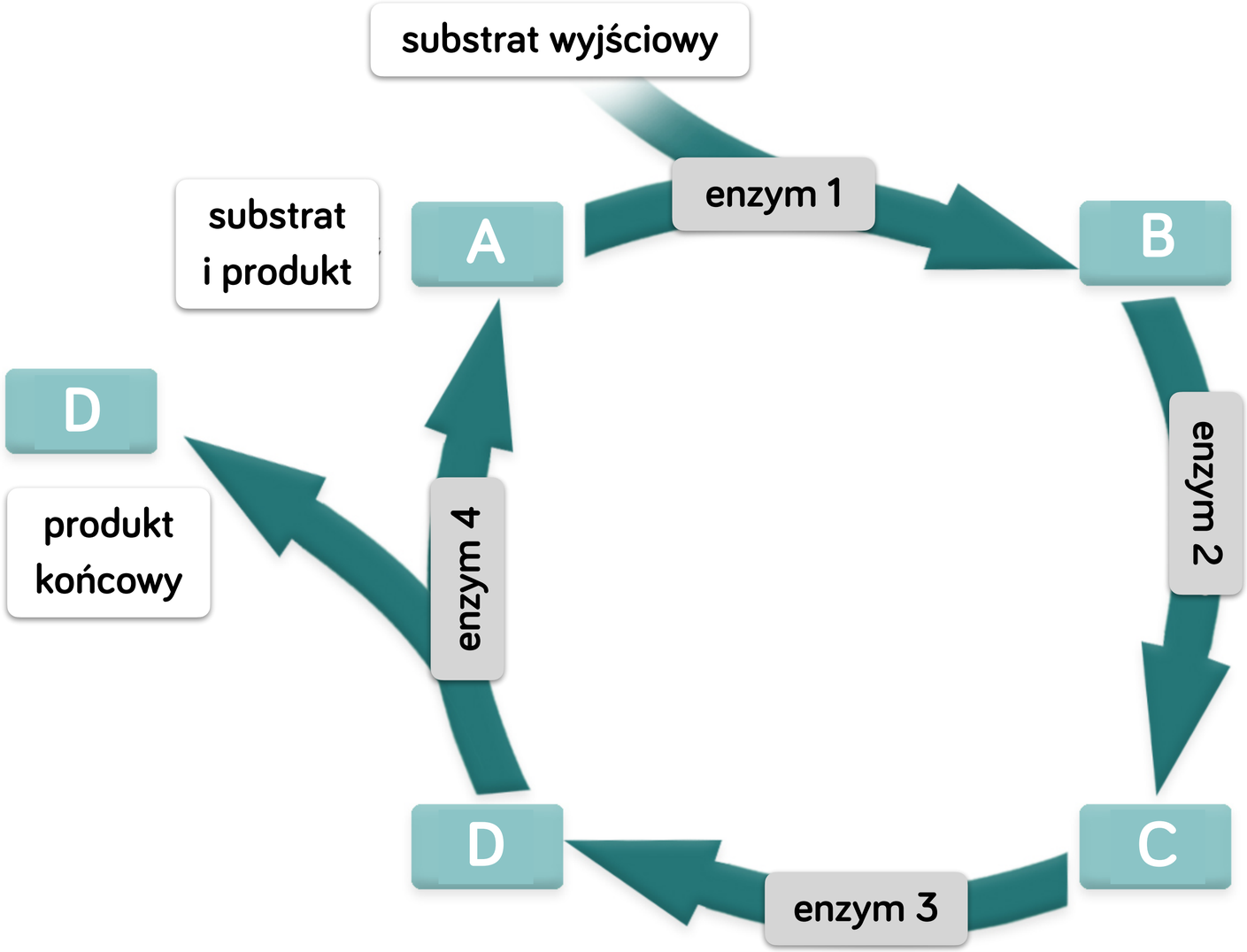
Przykłady: *glikoliza, glukoneogeneza.*



CYKL METABOLICZNY

Cykle metaboliczne są zamkniętymi ciągami reakcji chemicznych. Oznacza to, że jeden z produktów reakcji końcowej cyklu jest substratem dla pierwszej reakcji kolejnego cyklu - **dochodzi do odtworzenia substratu**.

Przykłady: cykl mocznikowy, cykl Krebsa, cyklu Calvina.



PRZENOŚNIKI ENERGII, ATP

UNIWERSALNE PRZENOŚNIKI ENERGII W KOMÓRCE



Reakcje kataboliczne przebiegają z uwolnieniem energii, która wykorzystywana jest w **reakcjach anabolicznych** do syntezy różnych związków chemicznych.

Wymianę energii umożliwia **istnienie uniwersalnego jej przenośnika**, który w reakcjach syntezy będzie służył jako **donor**, a w reakcjach rozkładu jako **akceptor energii.**

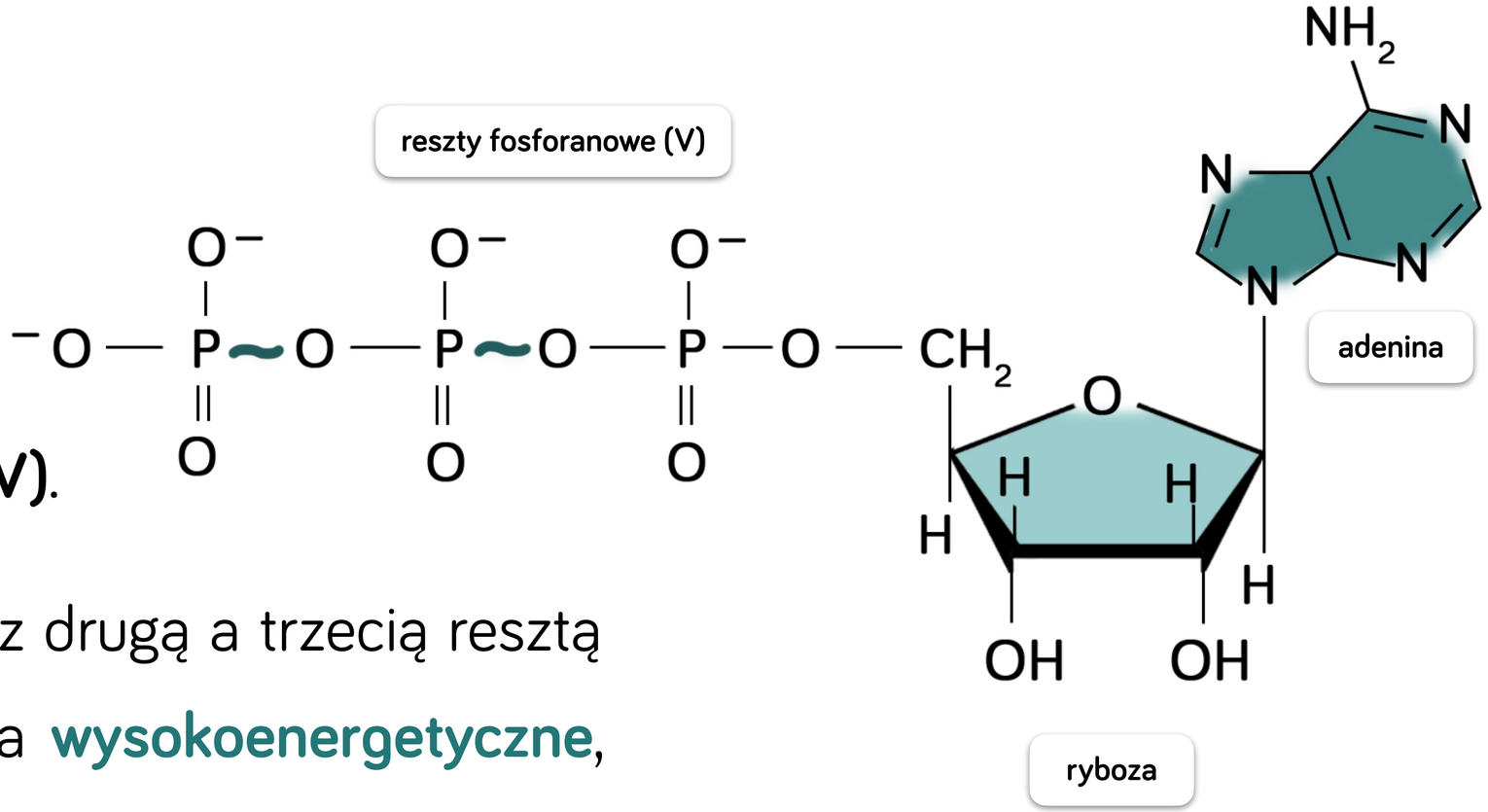
Nośnikami energii są głównie **wolne rybonukleotydy**: ATP, GTP, CTP, UTP.

W komórce podstawowym rybonukleotydem stanowiącym uniwersalny przenośnik energii jest **adenozynotrifosforan (ATP).**

ATP

ATP to inaczej adenozynotrifosforan. Jest to **nukleotyd** zbudowany z:

- zasady azotowej - **adeniny**,
- cukru - **rybozy**,
- **trzech reszt fosforanowych (V)**.



Pomiędzy pierwszą a drugą oraz drugą a trzecią resztą fosforanową występują wiązania **wysokoenergetyczne**, które są **niestabilne**, dlatego ATP łatwo ulega hydrolizie.

ROZKŁAD I SYNTEZA ATP

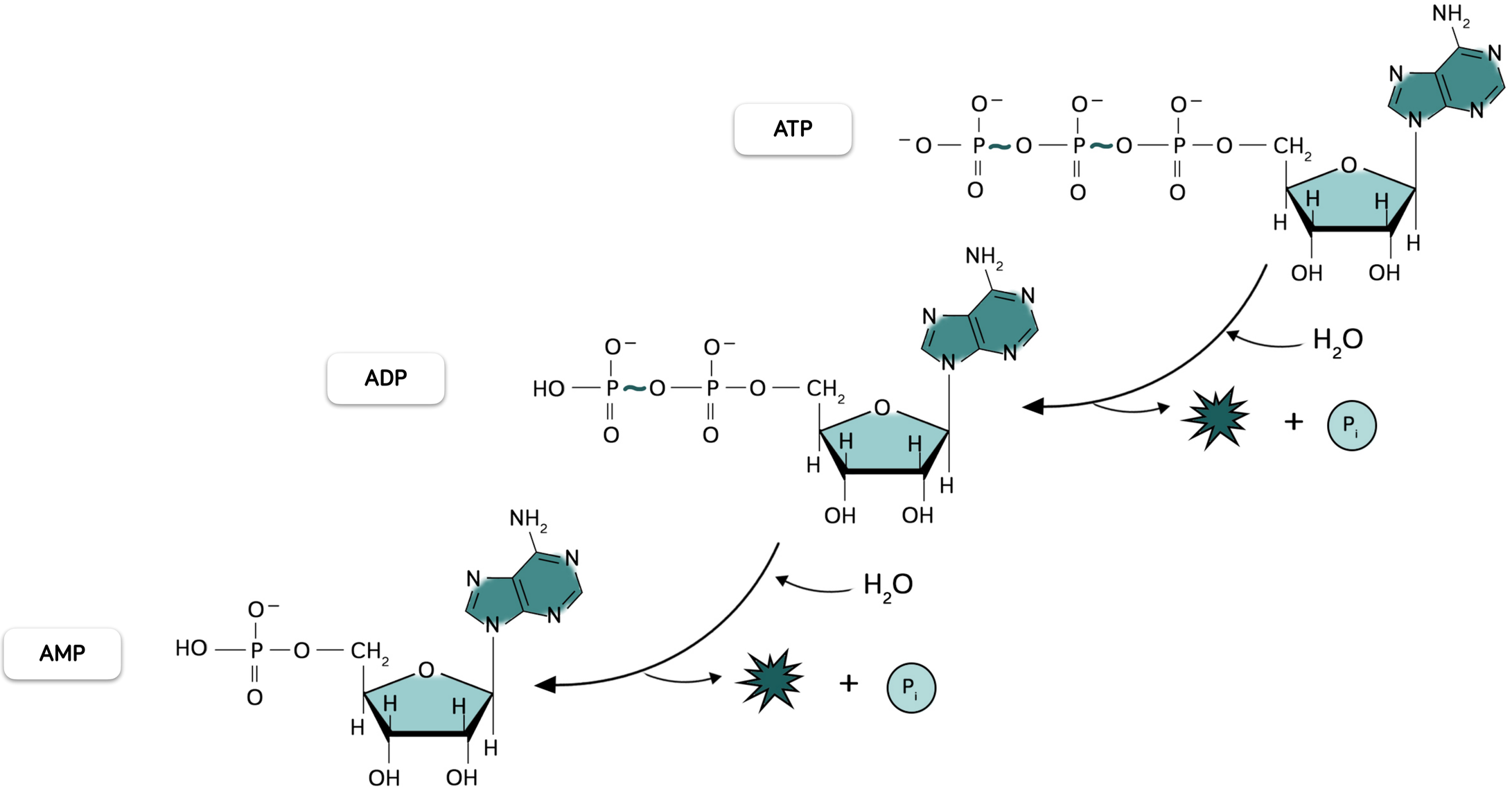


Oderwanie jednej grupy fosforanowej przy udziale enzymów i cząsteczki wody (**hydroliza ATP**) prowadzi do powstania ADP, zaś oderwanej drugiej grupy fosforanowej prowadzi do powstania AMP.

Reakcjom tym towarzyszy uwolnienie energii, która może być szybko wykorzystywana przez komórkę.

Proces odwrotny, czyli przyłączanie wolnego fosforanu do ADP i powstawanie ATP nosi nazwę **fosforylacji**.

PRZEMIANY ATP



MECHANIZMY SYNTEZY ATP



Wyróżnia się trzy mechanizmy powstawania ATP:

- fosforylacja **substratowa**,
- fosforylacja **oksydacyjna**,
- fosforylacja **fotosyntetyczna**.

REAKCJE REDOKS

REAKCJE OKSYDOREDUKCYJNE



Większość reakcji chemicznych zachodzących w komórce należy do reakcji utlenienia-redukcji, nazywanych również **reakcjami redoks**.

Reakcje te polegają na **wymianie elektronów między dwiema substancjami i zachodzą jednocześnie.**

Reakcje utlenienia polegają na oddawaniu elektronów, a substancję, która oddaje elektrony nazywamy **reduktorem**. Oddawaniu elektronów towarzyszy odłączenie protonów (H^+).

Reakcje redukcji polegają na przyjmowaniu elektronów, a substancję, która przyjmuje elektrony nazywamy **utleniaczem.** Pobieraniu elektronów towarzyszy przyłączenie protonów (H^+).

REAKCJE OKSYDOREDUKCYJNE



W komórce reakcje utlenienia-redukcji odbywają się z udziałem związków pośrednich, które uczestniczą **w przenoszeniu elektronów i protonów,** które nazywamy **uniwersalnymi przenośnikami elektronów**.

Należą do nich dinukleotydy:

- **NAD^+** (dinukleotyd nikotynamidoadeninowy)
- **$NADP^+$** (fosforan dinukleotydu nikotynamidoadeninowego)
- **FAD** (dinukleotyd flawinoadeninowy)

NAD^+ i **FAD** uczestniczą głównie w przemianach katabolicznych - **oddychaniu komórkowym**, a **$NADP^+$** - głównie w przemianach anabolicznych - **fotosyntezie**.

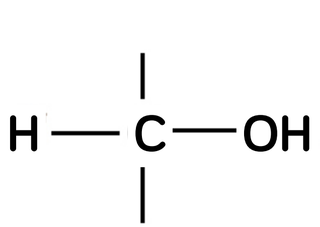
REAKCJE OKSYDOREDUKCYJNE



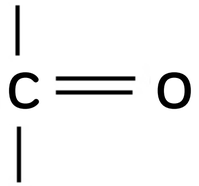
Uniwersalne przenośniki elektronów występują w dwóch formach - **utlenionej** (są biorcami elektronów) i **zredukowanej** (są dawcami elektronów)

przenośniki w formie utlenionej	**przenośniki w formie zredukowanej**
mogą przyjmować elektrony i ulegać redukcji	mogą oddawać elektrony i ulegać utlenieniu
$NAD^+ + 2e^- + H^+ \longrightarrow NADH$	$NADH \longrightarrow NAD^+ + 2e^- + H^+$
$NADP^+ + 2e^- + H^+ \longrightarrow NADPH$	$NADPH \longrightarrow NADP^+ + 2e^- + H^+$
$FAD + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow FADH_2$	$FADH_2 \longrightarrow FAD + 2e^- + 2H^+$

PRZEBIEG REAKCJI REDOKS Z UDZIAŁEM NAD+



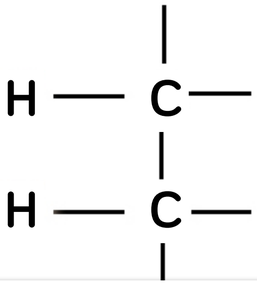
cząsteczka A



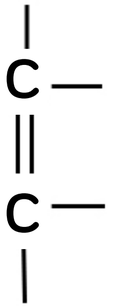
utleniona cząsteczka A

NAD+

NADH



zredukowana cząsteczka B



cząsteczka B

REAKCJE OKSYDOREDUKCYJNE



ZREDUKOWANY **UTLENIONY**

AH_2 > B

związek, który ma **więcej atomów wodoru**

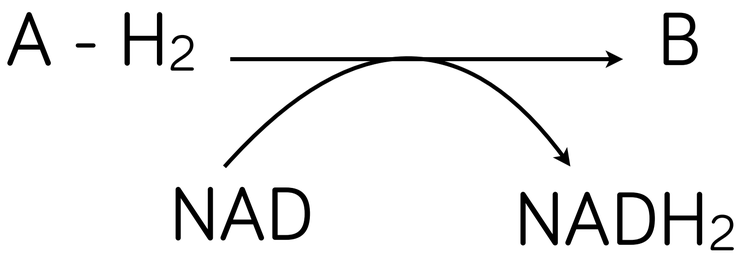
jest na wyższym poziomie energetycznym

REAKCJE OKSYDOREDUKCYJNE

ODWODORNIENIE – DEHYDROGENACJA

substrat

produkt

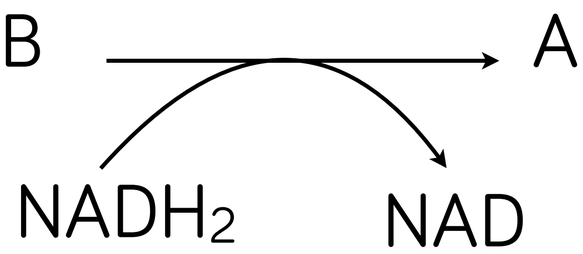


$$A - H_2 + NAD \longrightarrow B + NADH_2$$

UWODORNIENIE – HYDROGENACJA

substrat

produkt



$$B + NADH_2 \longrightarrow A - H_2 + NAD$$