



## Podstawowe zasady metabolizmu

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Podstawowe zasady metabolizmu

Tempo naszego metabolizmu jest uwarunkowane przez czynniki genetyczne, lecz istnieją sposoby, dzięki którym możemy na nie wpłynąć. Chcąc przyspieszyć swój metabolizm, powinniśmy zadbać o zróżnicowaną i zbilansowaną dietę oraz właściwą ilość aktywności fizycznej.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

W każdej komórce naszego ciała zachodzą jednocześnie tysiące powiązanych reakcji chemicznych i towarzyszących im przemian energetycznych. Ogół tych reakcji nazywamy metabolizmem (przemianą materii). W zależności od kierunku przemian metabolizm dzieli się na anabolizm i katabolizm, które obejmują przeciwstawne rodzaje reakcji chemicznych – w przemianach anabolicznych następuje synteza złożonych cząsteczek, a w katabolicznych ich rozkład.

### Twoje cele

- Scharakteryzujesz pojęcie metabolizmu.
- Wykażesz różnice między anabolizmem a katabolizmem.
- Omówisz rolę ATP w reakcjach metabolicznych.

# Przeczytaj

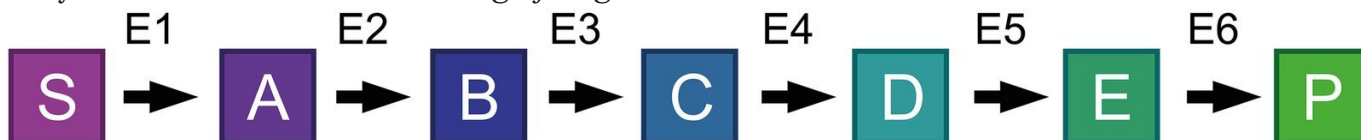
## Typy przemian metabolicznych

Metabolizm (przemiana materii) to ogół reakcji chemicznych i towarzyszących im przemian energetycznych zachodzących w każdej komórce. Wyróżniamy dwa kierunki tych przemian: **anabolizm** i **katabolizm**.

**Reakcje anaboliczne**, czyli tzw. syntezy, prowadzą do powstawania złożonych związków (np. białek z aminokwasów), w których wiązaniach chemicznych magazynowana jest energia. W wyniku **reakcji katabolicznych**, wysokoenergetyczne substancje (np. białka, skrobia) ulegają degradacji do związków prostszych (np. aminokwasów, monosacharydów), co umożliwia uwolnienie energii zmagazynowanej w tych substancjach.

W szeregu przemian metabolicznych produkt jednej z reakcji często jest substratem następnej, przy czym poszczególne przemiany katalizowane są przez swoiste enzymy. Szlaki i cykle metaboliczne są najczęściej spotykanymi typami ciągów przemian.

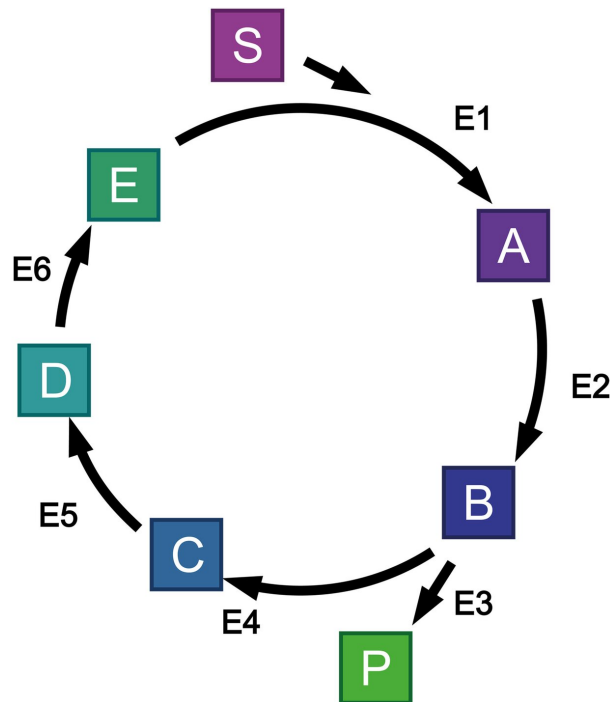
**Szlak metaboliczny** to szereg następujących po sobie reakcji metabolicznych, w których produkt jednej jest substratem kolejnej. Reakcje są katalizowane (przyspieszane) przez enzymy, przebiegają w jednym kierunku i kończą się powstaniem określonego produktu. Przykładem szlaku metabolicznego jest glikoliza.



Szlak metaboliczny. Symbol „S” oznaczona substrat, natomiast „P” produkt. Enzymy katalizujące kolejne przemiany oznaczono symbolami od „E1” do „E6”. Produkty pośrednie będące substratami dla następnych reakcji oznaczono symbolami od „A” do „E”.

Źródło: Englishsquare Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

**Cykl metaboliczny** różni się od szlaku tym, że podczas ostatniej reakcji odtwarzany jest substrat wyjściowy cyklu, dzięki czemu może on przebiegać od nowa.



Cykl metaboliczny. Symbol „S” oznaczona substrat, natomiast „P” produkt. Enzymy katalizujące kolejne przemiany oznaczono symbolami od „E1” do „E6”. Produkty pośrednie będące substratami dla następnych reakcji oznaczono symbolami od „A” do „E”.

Źródło: Englishsquare Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Anabolizm

Anabolizm to całość reakcji, w których dochodzi do syntezy złożonych związków organicznych z prostszych związków. W wyniku przemian anabolicznych powstają podstawowe elementy składowe komórki, np. tłuszcze, aminokwasy, białka czy – jak w fotosyntezie – cukry. Reakcjami anabolicznymi są także reakcje tworzenia polimerów tych cząsteczek, np. synteza celulozy z glukozy.

Przemiany anaboliczne wymagają dostarczenia energii (chemicznej lub – w przypadku fotosyntezy – świetlnej), są to więc **reakcje endoergiczne**. Dostarczona energia zostaje zmagazynowana w wiązaniach chemicznych powstających związków złożonych. Produkty reakcji anabolicznych zawierają więc większą ilość energii niż ich substraty.

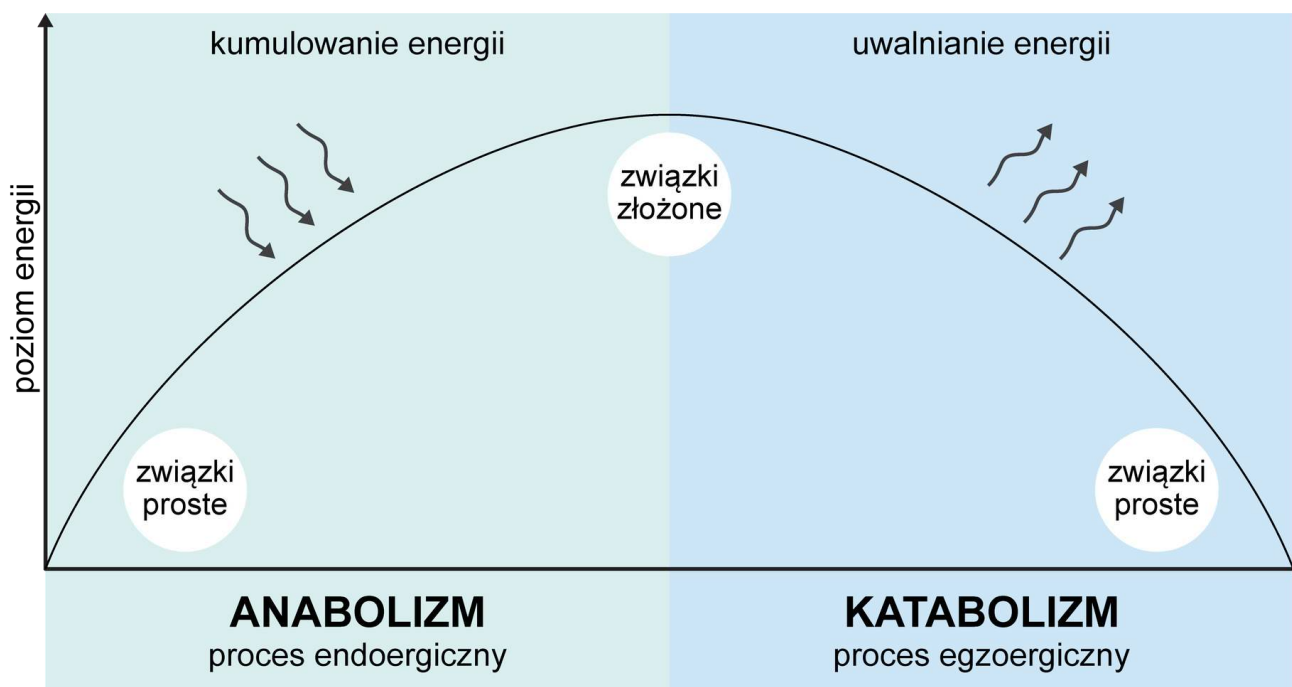
## Katabolizm

Katabolizm to wszystkie reakcje, w wyniku których złożone cząsteczki (takie jak cukry, białka czy kwasy tłuszczowe) są rozkładane do prostszych związków. Wiąże się to z uwalnianiem energii, czyli mamy w tym przypadku do czynienia z **reakcjami egzoergicznymi**. Znaczy to, że produkty reakcji katabolicznych zawierają mniej energii niż ich substraty.

Energia uzyskana w przemianach katabolicznych jest wykorzystywana do syntezy związków organicznych w reakcjach anabolicznych, a także do wykonywania różnych rodzajów pracy, np. ruchu. Przykładem przemiany katabolicznej jest rozkład substancji organicznych w procesie oddychania komórkowego. Reakcją kataboliczną jest również hydroliza ATP.

Intensywność przemian anabolicznych i katabolicznych jest ściśle kontrolowana i dostosowywana do warunków środowiskowych, co stanowi warunek utrzymania równowagi wewnątrzustrojowej (homeostazy).

Natężenie przemian metabolicznych zmienia się również wraz z wiekiem – u młodych organizmów przeważają reakcje anaboliczne, w okresie dojrzewania intensywność obu typów reakcji wyrównuje się, natomiast w okresie starzenia przeważają reakcje kataboliczne.



Przemiany energii w reakcjach anabolicznych i katabolicznych.

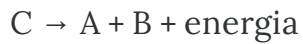
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Anabolizm



- reakcje syntezy związków złożonych ze związków prostych;
- reakcje endoergiczne (z wykorzystaniem energii);
- np. biosynteza białka oraz synteza cukrów w fotosyntezie i chemosyntezie.

## Katabolizm



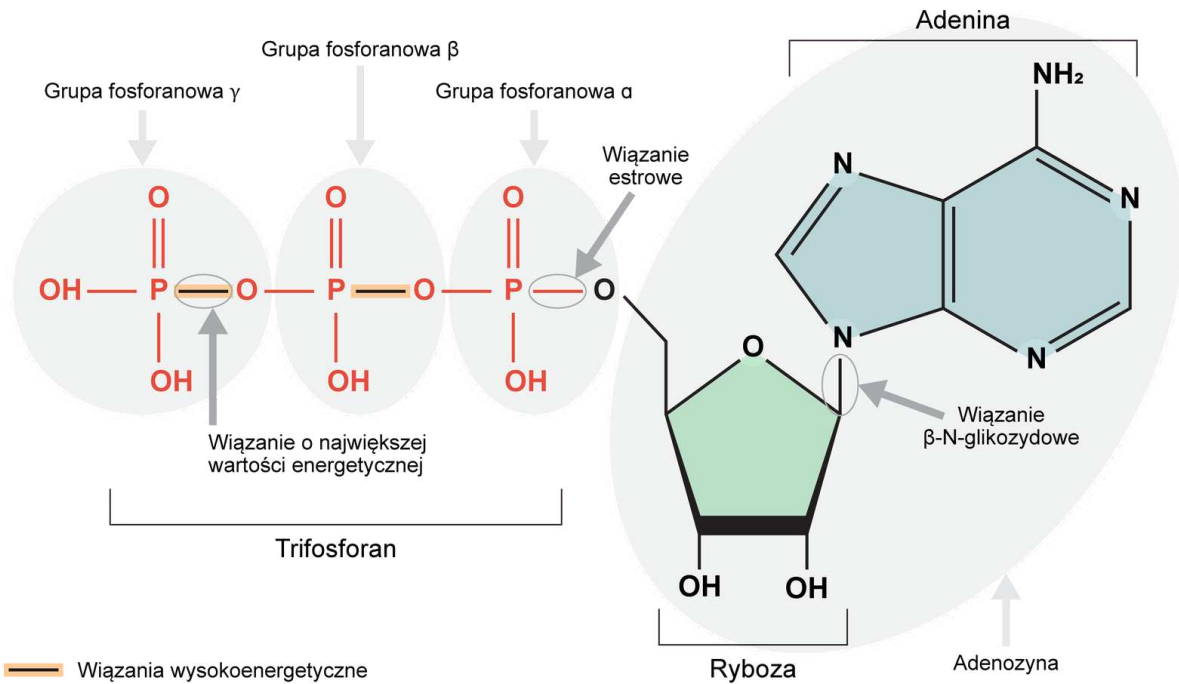
- reakcje rozkładu związków złożonych na związki proste;
- reakcje egzoergiczne (z wydzieleniem energii);
- np. rozkład związków organicznych w czasie oddychania komórkowego.

Porównanie anabolizmu i katabolizmu.

## ATP – uniwersalny nośnik energii

**Energia swobodna** to część energii całkowitej układu fizycznego, która może zostać przekształcona w pracę. Energia swobodna uwolniona w procesach katabolicznych może zostać wykorzystana w procesach anabolicznych. Ponieważ jednak procesy te zachodzą w różnych częściach komórki, energia musi zostać przeniesiona. Funkcję najważniejszego nośnika energii w komórce pełni ATP.

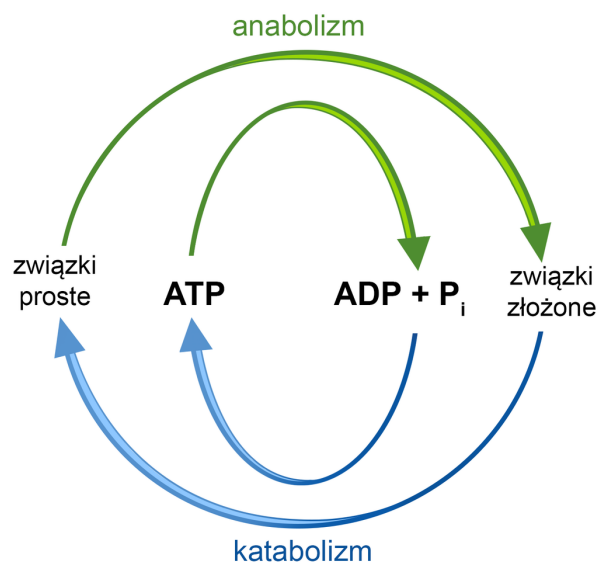
**ATP**, czyli **adenozynotryfosforan**, to nukleotyd zbudowany z zasady azotowej adeniny, pięciowęglowego cukru rybozy oraz trzech reszt fosforanowych. Między resztami fosforanowymi znajdują się wysokoenergetyczne wiązania. Energia chemiczna w nich zawarta, uwalniana w procesie **hydrolizy**, jest wykorzystywana w większości przemian wymagających dostarczenia energii w komórce.



### Budowa ATP.

Źródło: Englishsquare Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W wyniku hydrolizy ATP powstaje adenozynodifosforan (ADP), a w przypadku hydrolizy kolejnego wiązania – adenozynomonofosforan (AMP). Na skutek przyłączenia brakujących reszt fosforanowych w procesie **fosforylacji** następuje odtworzenie cząsteczki ATP, która może zostać wykorzystana ponownie.



Rola ATP w przemianach anabolicznych i katabolicznych. „P<sub>i</sub>” oznacza resztę fosforanową.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

ATP nie jest jedynym nośnikiem energii w komórce. W niektórych reakcjach metabolicznych biorą udział podobne cząsteczki, różniące się jednak od ATP zawartą w nich zasadą azotową. Są to guanozynotryfosforan (GTP), urydynotryfosforan (UTP) i cytydynotryfosforan (CTP). Analogiczne do ADP i AMP formy tych nukleotydów oznaczane są odpowiednio skrótami GDP, UDP i CTP oraz GMP, UMP i CMP.

## Reakcje redoks

Wiele reakcji metabolicznych wiąże się z przeniesieniem elektronów z jednej cząsteczki na drugą. Reakcje, w których elektrony są przyjmowane, nazywamy reakcjami **redukcji**, a takie, w których są one oddawane – reakcjami **utleniania**.

Utlenienie jednej cząsteczki zawsze wiąże się z redukcją innej. Reakcje, w których do tego dochodzi (czyli następuje przepływ elektronów między cząsteczkami), nazywamy **reakcjami oksydoredukcyjnymi** lub krócej – **reakcjami redoks**. Energia powstająca podczas transportu elektronów może zostać wykorzystana np. w reakcjach syntezy.

W przenoszeniu elektronów w komórce uczestniczą wyspecjalizowane cząsteczki, takie jak  $\text{NAD}^+$  (dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy), FAD (dinukleotyd flawinoadeninowy),  $\text{NADP}^+$  (ester fosforanowy dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego) czy FMN (mononukleotyd flawinowy). W postaci zredukowanej (odpowiednio  $\text{NADH} + \text{H}^+$ ,  $\text{FADH}_2$ ,  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  i  $\text{FMNH}_2$ ) stają się one nośnikami elektronów.

## Enzymy

Zapoczątkowanie każdej reakcji chemicznej wymaga dostarczenia odpowiedniej ilości energii zwanej **energią aktywacji**. Jednym ze sposobów dostarczenia tej energii jest ogrzanie, co jednak nie jest możliwe w przypadku reakcji metabolicznych, które przebiegają wewnątrz żywych komórek.

Zajście reakcji we względnie niskich temperaturach, takich jak panujące wewnątrz organizmów, można ułatwić, stosując **katalizator**, czyli substancję, która obniża energię aktywacji. W przemianach metabolicznych funkcję katalizatorów pełnią **enzymy**. Są to najczęściej białkowe cząsteczki, które przyspieszają (katalizują) przebieg reakcji, dzięki czemu mogą one przebiegać w bezpiecznym dla organizmu zakresie temperatur.

# Słownik

## **anabolizm**

procesy przemiany materii polegające na syntezie złożonych związków chemicznych ze związków prostszych; są to reakcje endoergiczne (wymagające energii), a ich produkty zawierają więcej energii niż substraty

## **ATP**

adenozynotrifosforan; nukleotyd zbudowany z adeniny, rybozy oraz trzech reszt fosforanowych, pełniący funkcję uniwersalnego nośnika energii w komórce

## **cykl metaboliczny**

następujące po sobie reakcje anaboliczne lub kataboliczne, w których produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej; ponadto podczas ostatniej reakcji odtwarzany jest substrat wyjściowy cyklu

## **energia swobodna**

część energii całkowitej układu, która może zostać wykorzystana do wykonania pracy; w czasie reakcji chemicznej dochodzi do zmiany energii swobodnej, co wiąże się z uwalnianiem energii (reakcje egzoergiczne) lub jej pobieraniem (reakcje endoergiczne)

## **fosforylacja**

endoergiczna reakcja przyłączenia reszty fosforanowej; np. reakcja przyłączania reszty fosforanowej z nieorganicznego fosforanu przez kwas adenozynodifosforowy (ADP), z utworzeniem kwasu adenozynotrifosforowego (ATP), sprzężona w komórkach z procesami dostarczającymi energii

## **hydroliza**

rozkład substancji pod wpływem wody; reakcja podwójnej wymiany zachodząca między wodą a substancją w niej rozpuszczoną; prowadzi do powstania cząsteczek nowych związków chemicznych

## **katabolizm**

procesy przemiany materii polegające na rozkładzie złożonych związków chemicznych na związki prostsze; są to reakcje egzoergiczne (związane z uwalnianiem energii), a ich produkty zawierają mniej energii niż substraty

## **szlak metaboliczny**

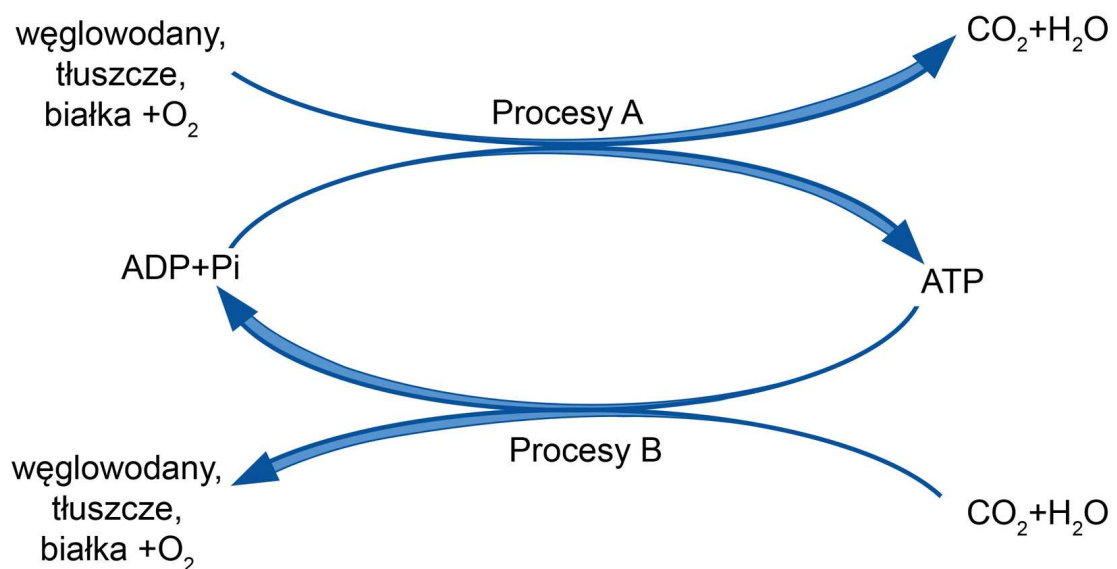
następujące po sobie reakcje anaboliczne lub kataboliczne, w których produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej

# Film samouczek

## Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią zadania. Swoją odpowiedź na pytanie zapisz w formularzu. Następnie obejrzyj film i sprawdź, czy twoje wyjaśnienie jest prawidłowe.

Metabolizm to całokształt przemian chemicznych zachodzących w komórkach wraz z towarzyszącymi im przemianami energetycznymi. Na metabolizm składają się dwie grupy procesów, przedstawione na schemacie.



Na podstawie: A. Jaskólski, A. Jaskólska, *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*, Wrocław 2006.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Trwa wczytywanie danych..



# Podstawowe zasady metabolizmu



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RmqgDi8kSrHhA>

Źródło: Inga Wójtowicz, reż. Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem "Podstawowe zasady metabolizmu".




---



## Polecenie 2

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wskaż twierdzenia fałszywe.

- Reakcje kataboliczne są reakcjami egzoergicznymi.
- Reakcje anaboliczne są reakcjami endoergicznymi.
- W procesach anabolicznych energia uwalniana jest do środowiska w postaci ciepła.
- Produkty reakcji katabolicznych zawierają więcej energii niż substraty.

## Ćwiczenie 2



## Ćwiczenie 3



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

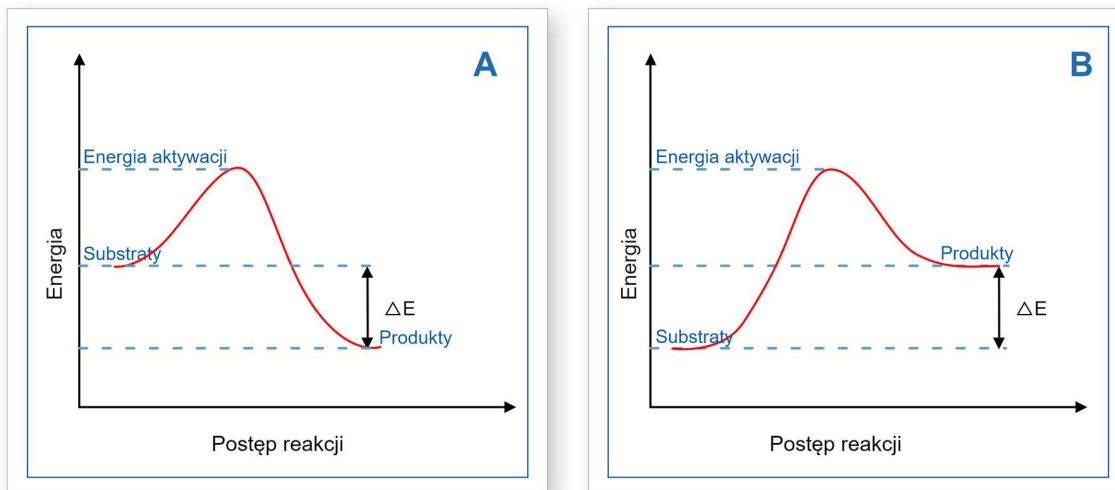
## Ćwiczenie 4



Zaznacz odpowiednią rubrykę tabeli.

Proces	Anabolizm	Katabolizm
Synteza białek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glikoliza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hydroliza ATP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Synteza celulozy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Synteza kwasów tłuszczowych	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Informacje do ćwiczenia 5



Reakcja chemiczna, energia aktywacji i różnica ( $\Delta E$ ) między energią substratów a energią produktów w reakcji A i B.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 5



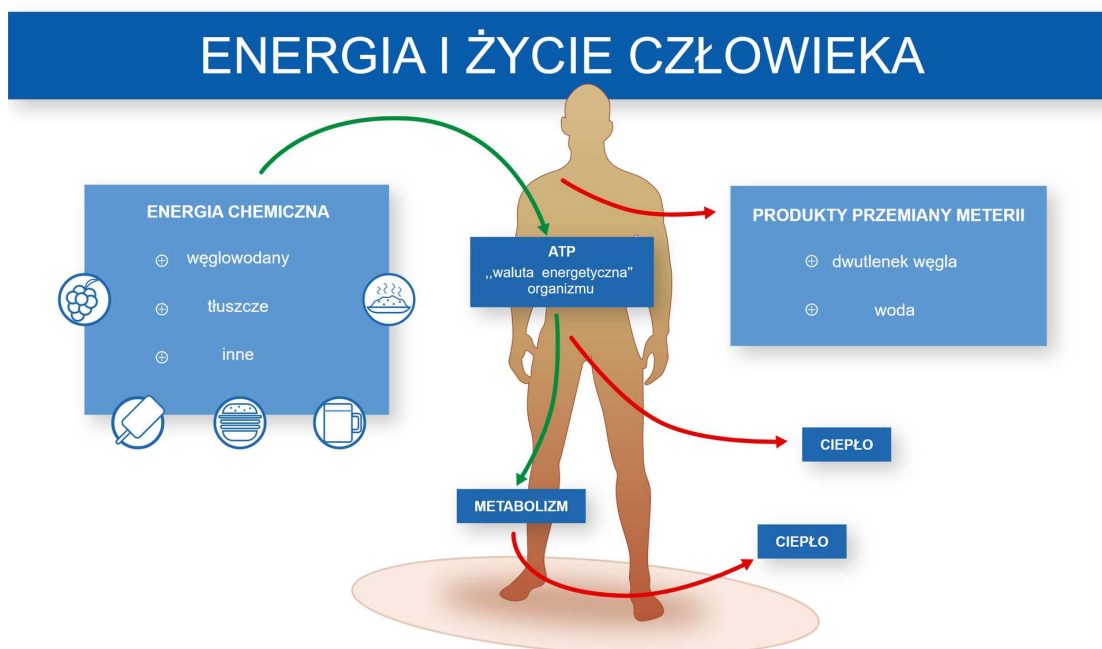
Przeanalizuj poniższe wykresy i oceń poprawność twierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Na wykresie A i B przedstawiono odpowiednio przebieg reakcji katabolicznej i anabolicznej.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W reakcji anabolicznej energia substratów jest niższa niż energia produktu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Ćwiczenie 6



Przeanalizuj schemat, a następnie rozwiąż polecenie.

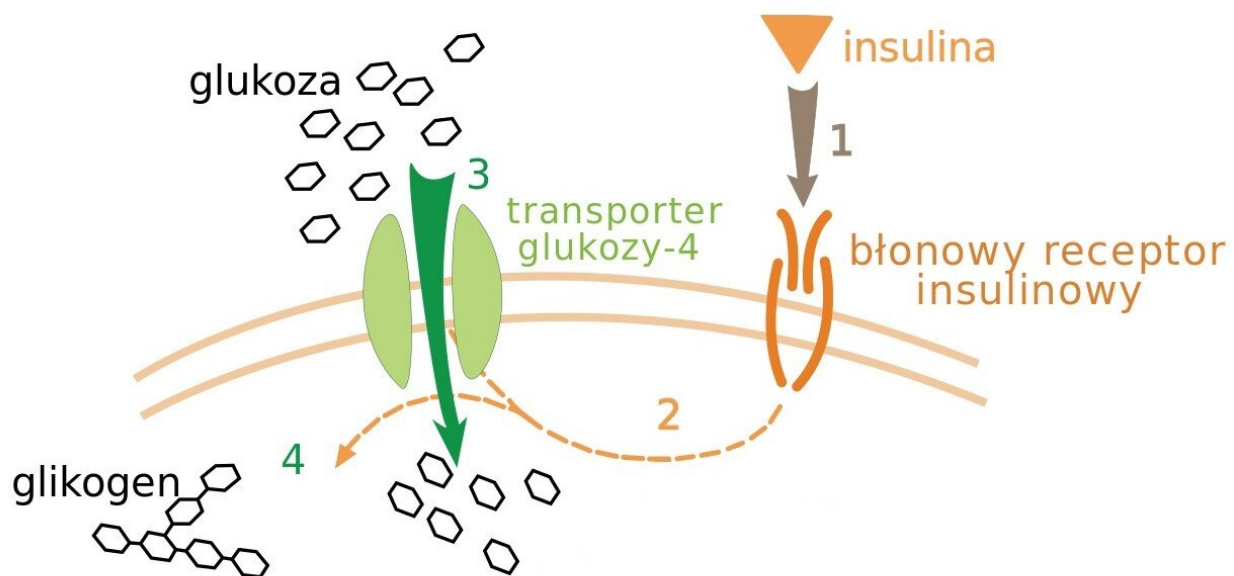


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 7



Przeanalizuj schemat i odpowiedz na pytanie.



Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

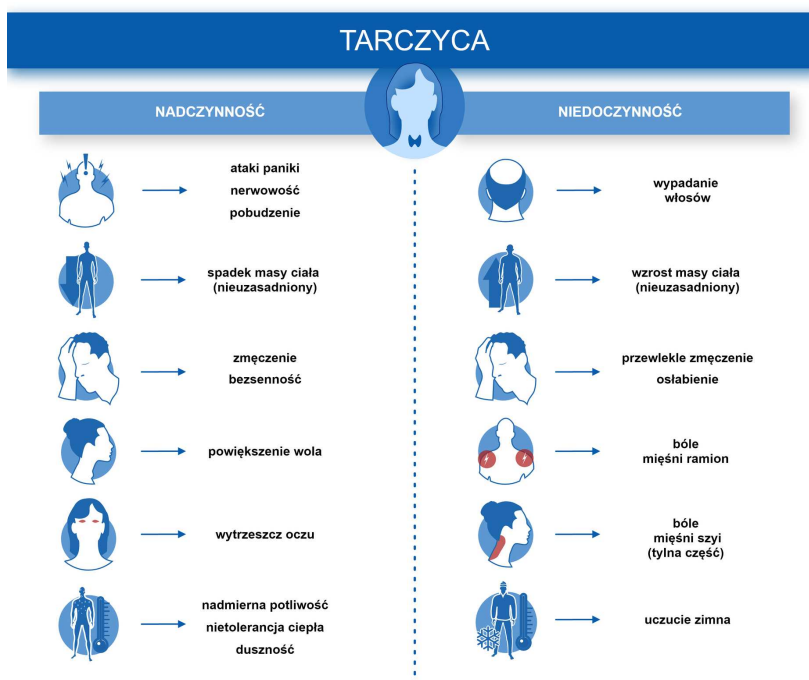
Wyjaśnij, jak wydzielanie insuliny wpływa na stężenie glukozy we krwi i syntezę glikogenu.

Blank area for the answer.

## Ćwiczenie 8



Zaburzenia funkcjonowania tarczycy negatywnie wpływają na metabolizm. Przeanalizuj poniższy schemat, a następnie rozwiąż polecenie.



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Wyjaśnij, jak niedoczynność i nadczynność tarczycy wpływają na równowagę pomiędzy procesami anabolicznymi i katabolicznymi.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz lekcji

**Autor:** Wiktor Janowski

**Przedmiot:** biologia

**Temat:** Podstawowe zasady metabolizmu

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

### Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

1. Podstawowe zasady metabolizmu. Uczeń:

- 1) wyjaśnia na przykładach pojęcia szlaku i cyklu metabolicznego;
- 2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane;
- 3) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

1. Podstawowe zasady metabolizmu. Uczeń:

- 1) wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego;
- 2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane.

### Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

### **Cele operacyjne (językiem ucznia):**

- Scharakteryzujesz pojęcie metabolizmu.
- Wykażesz różnice między anabolizmem a katabolizmem.
- Omówisz rolę ATP w reakcjach metabolicznych.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- ćwiczenia interaktywne;
- praca z tekstem źródłowym;
- praca z filmem.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

### **Przed lekcją:**

Uczniowie zapoznają się z tekstem w sekcji „Przeczytaj”.

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel prosi o przygotowanie w parach celów lekcji. W razie problemów z ich sformułowaniem nauczyciel zadaje uczniom pytania: „Czego chcecie się dowiedzieć?”, „Co was interesuje w związku z tematem lekcji?”. Wybrana osoba zapisuje ustalone cele na tablicy.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie do filmu samouczka w e-materiale. Następnie zapoznają się z filmem samouczkiem i weryfikują swoją odpowiedź.
2. Nauczyciel dzieli klasę na cztery równoliczne grupy. Zadaniem każdego zespołu jest opracowanie na podstawie informacji zamieszczonych w sekcji „Przeczytaj” wskazanego zagadnienia:
  - o grupa I – anabolizm;
  - o grupa II – katabolizm;
  - o grupa III – ATP – uniwersalny nośnik energii;
  - o grupa IV – nośniki elektronów.
3. Uczniowie pracują w grupach „eksperyckich”: czytają informacje na zadany temat, zapisują najważniejsze informacje i omawiają je, poddają pod dyskusję ewentualne wątpliwości. Nauczyciel monitoruje działania uczniów.
4. Po upływie wyznaczonego czasu uczniowie odliczają i zapamiętują swój numer. Następnie tworzą nowe grupy, w taki sposób, żeby w każdym zespole znalazł się jeden uczeń o danym numerze. Teraz uczniowie przekazują sobie kolejno wiedzę zdobytą podczas pracy w grupach „eksperyckich”.
5. Uczniowie wracają do swoich pierwotnych grup i konfrontują informacje, o których dowiedzieli się od „ekspertów” z innych zespołów.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel prosi uczniów, by określili, które z celów zapisanych na początku lekcji udało się osiągnąć.
2. Uczniowie wykonują ćwiczenie nr 8, dotyczące wpływu chorób tarczycy na równowagę pomiędzy procesami anabolicznymi i katabolicznymi. Chętne osoby prezentują swoje odpowiedzi.

#### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują ćwiczenia interaktywne od 1 do 7 zawarte w e-materiale.

#### **Materiały pomocnicze:**

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

#### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:**

Uczniowie mogą wykorzystać film samouczek w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.