Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 3

Metabolizm: ATP, enzymy i oddychanie komórkowe

Anabolizm i katabolizm i ich powiązanie, rola ATP, budowa i działanie enzymów, wpływ temperatury i pH na enzymy, doświadczenie z katalazą, oddychanie tlenowe i fermentacja mleczanowa (substraty, produkty, warunki, zysk energetyczny), glikogenoliza w wątrobie i mięśniach na schemacie. Dziewięć kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, praca z materiałem źródłowym, dwie kartkówki i sprawdzian w grupach A i B – z kluczem i zasadami oceniania.

Biologia | klasa 1 LO i technikum | Dział 3 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Metabolizm – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	3 zad. · 10 pkt
2	**Metabolizm – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 26 pkt
3	**Metabolizm – praca z materiałem źródłowym** Tekst, tabela, wykres i wyniki doświadczeń	Praca z materiałem źródłowym	ZP	4 zad. · 18 pkt
4	**Kartkówka 1: anabolizm i katabolizm, ATP i enzymy – grupa A** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: anabolizm i katabolizm, ATP i enzymy – grupa B** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: oddychanie tlenowe, fermentacja mleczanowa i glikogenoliza – grupa A** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: oddychanie tlenowe, fermentacja mleczanowa i glikogenoliza – grupa B** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Metabolizm – grupa A** 45 minut · 24 pkt	Sprawdzian	ZP	9 zad. · 24 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Metabolizm – grupa B** 45 minut · 24 pkt	Sprawdzian	ZP	9 zad. · 24 pkt 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 to najważniejsze wiadomości z działu, przykłady z wzorcową odpowiedzią i krótka rozgrzewka – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia, karta 3 – zadania na materiale źródłowym: tekst, tabela, wykres, wyniki doświadczenia.
- Karty 4–7 to dwie kartkówki (po 15 minut), karty 8–9 – sprawdzian (45 minut). Każde w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne treści.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi i zasady oceniania zadań otwartych w stylu CKE: przykładowa odpowiedź, za co jest punkt i czego się nie uznaje.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera pojęcia i schematy działu, typowe błędy i test „Sprawdź się" z odpowiedziami.

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **III.1.1** porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane
- **III.1.2** przedstawia biologiczną rolę ATP
- **III.2.1** przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu
- **III.2.2** wyjaśnia istotę katalizy enzymatycznej
- **III.2.3** wyjaśnia wpływ czynników fizykochemicznych (temperatury, pH) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ czynników na aktywność wybranych enzymów (katalaza)
- **III.3.1** wyróżnia substraty i produkty oddychania komórkowego; przedstawia znaczenie oddychania komórkowego w pozyskiwaniu energii użytecznej biologicznie
- **III.3.2** wyróżnia substraty i produkty fermentacji mleczanowej oraz określa warunki jej przebiegu
- **III.3.3** porównuje zysk energetyczny oddychania tlenowego i fermentacji mleczanowej
- **III.3.4** przedstawia na podstawie analizy schematu znaczenie glikogenolizy w przemianach energetycznych komórki

Materiał oryginalny – nie jest kopią materiałów CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum, zakres podstawowy (Dz.U. 2018 poz. 467 w brzmieniu Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: III.1–III.4 / III.1.1–III.3.4. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Metabolizm – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

ZP KARTA 1/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 10 pkt

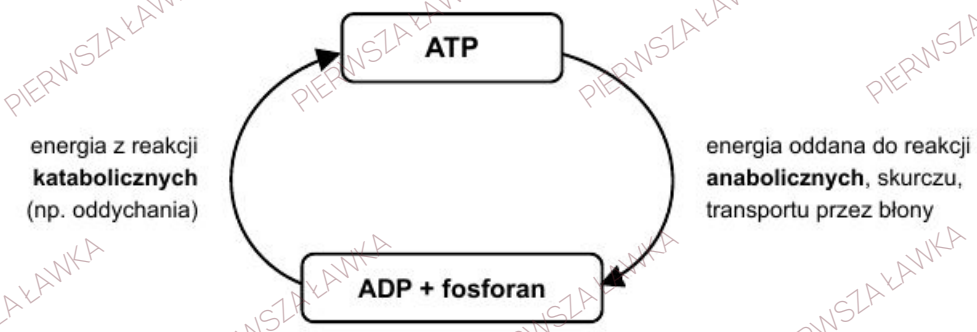
Najważniejsze wiadomości · 10 pkt

Przypomnij sobie

- **Metabolizm** to wszystkie reakcje chemiczne zachodzące w komórkach. Tworzą go dwa rodzaje przemian, które zachodzą jednocześnie i zależą od siebie.

Cecha	Anabolizm	Katabolizm
istota	synteza złożonych związków z prostszych	rozkład złożonych związków na prostsze
energia	pobierana – reakcje wymagają dostarczenia energii (z ATP)	uwalniana – część zostaje zmagazynowana w ATP
przykłady	synteza białek z aminokwasów, glikogenu z glukozy, fotosynteza	oddychanie komórkowe, fermentacja, rozkład glikogenu do glukozy
znaczenie	wzrost, odnowa i budowa komórek, gromadzenie zapasów	dostarczanie energii i prostych cząsteczek do syntez

- **Kluczowe:** Anabolizm i katabolizm są powiązane: katabolizm dostarcza energii (w postaci ATP) i prostych cząsteczek, które anabolizm zużywa do budowy związków złożonych; związki zbudowane w anabolizmie (np. glikogen) mogą później zostać rozłożone w katabolizmie.
- **ATP** (adenozynotrifosforan) to nukleotyd zbudowany z **adeniny**, **rybozy** i **trzech reszt fosforanowych**. Wiązania między resztami fosforanowymi są **wysokoenergetyczne**. Gdy ATP oddaje jedną resztę fosforanową, powstaje ADP i uwalnia się energia, którą komórka zużywa m.in. do syntez, skurczu mięśni i transportu aktywnego. ATP powstaje z ADP i fosforanu dzięki energii z rozkładu związków organicznych. ATP nie jest magazynem energii na dłużej – to **przenośnik energii**, który komórka stale zużywa i odtwarza.



ATP przenosi energię z reakcji katabolicznych do procesów, które jej wymagają (rysunek własny).

- **Enzymy** to biokatalizatory – przyspieszają reakcje w komórkach, a same się nie zużywają. Niemal wszystkie są białkami.

Pojęcie	Co oznacza
enzym	biokatalizator – zwykle białko – przyspieszający określoną reakcję w organizmie; po reakcji pozostaje niezmieniony
substrat	substancja, na którą działa enzym
centrum aktywne	niewielki fragment cząsteczki enzymu, do którego przyłącza się substrat; jego kształt pasuje do substratu

Podgląd – Pierwsza Ławka

kofaktor (np. koenzym)	składnik niebiałkowy potrzebny niektórym enzymom do działania; wiele koenzymów powstaje z witamin
dopasowanie substratu	kształt centrum aktywnego pasuje do substratu, dlatego enzym przyspiesza tylko określoną reakcję
energia aktywacji	energia potrzebna, aby reakcja się rozpoczęła; enzym ją obniża

- **Kataliza enzymatyczna.** Substrat przyłącza się do centrum aktywnego i powstaje **kompleks enzym–substrat**. Enzym **obniża energię aktywacji**, więc reakcja zachodzi szybko w temperaturze ciała. Po reakcji produkty odłączają się, a niezmieniony enzym może przyłączyć kolejną cząsteczkę substratu.
- **Pułapka:** Enzym nie dostarcza energii do reakcji i nie zmienia jej produktów – obniża tylko energię aktywacji, dzięki czemu reakcja przebiega szybciej.
- **Czynniki wpływające na aktywność enzymów.** Każdy enzym działa najlepiej w **temperaturze optymalnej** (u człowieka zwykle ok. 37 °C) i w **optymalnym pH**. W niskiej temperaturze enzymy działają wolno, ale nie ulegają zniszczeniu. Wysoka temperatura oraz pH bardzo odbiegające od optimum powodują **denaturację** – zmienia się kształt centrum aktywnego i enzym przestaje działać.

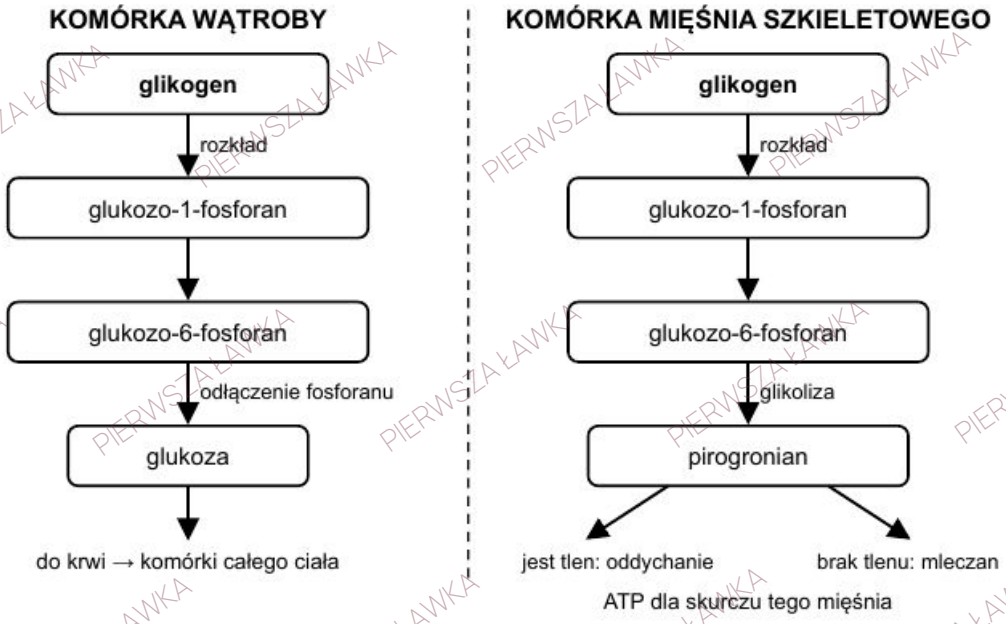
Enzym	Gdzie działa	Optymalne pH
pepsyna	żołądek (trawi białka)	ok. 2 (środowisko kwasowe)
amylaza ślinowa	jama ustna (trawi skrobię)	ok. 7 (obojętne)
trypsyna	dwunastnica (trawi białka)	ok. 8,5 (lekko zasadowe)

- **Pułapka:** Temperatura, w której enzym działa najszybciej spośród zbadanych, nie musi być jego temperaturą optymalną – aby ją wyznaczyć, trzeba zbadać wiele temperatur w szerokim zakresie.
- **Doświadczenie: Wpływ temperatury na aktywność katalazy.** Katalaza rozkłada szkodliwy nadtlenek wodoru do wody i tlenu; występuje np. w bulwie ziemniaka i w wątrobie. *Problem:* Czy temperatura wpływa na aktywność katalazy? Do probówek z jednakową ilością startego ziemniaka, trzymanych 10 minut w różnej temperaturze (np. 0, 20, 37, 60 i 100 °C), dodajemy po 2 cm^3 **3% wody utlenionej** i po minucie mierzymy wysokość piany (pęcherzyki tlenu). *Hipoteza:* aktywność katalazy zmienia się wraz z temperaturą – jest największa w pobliżu temperatury ciała, a w bardzo wysokiej maleje. *Zmienna niezależna:* temperatura; *zmienna zależna:* wysokość piany. **Próba kontrolna**: ziemniak ugotowany (enzym zdenaturowany) albo probówka z samą wodą utlenioną. Wszystkie inne warunki (ilość ziemniaka i wody utlenionej, czas) – jednakowe. Pracujemy w okularach ochronnych; gorące probówki trzymamy w uchwycie.
- **Oddychanie komórkowe** to rozkład związków organicznych (głównie glukozy), podczas którego uwalnia się energia; jej część zostaje zmagazynowana w ATP, a reszta rozprasza się jako ciepło. Bez stałego wytwarzania ATP komórka nie mogłaby przeprowadzać syntez, transportu ani ruchu.
- **Oddychanie tlenowe:** glukoza + tlen → dwutlenek węgla + woda + energia (ATP). **Fermentacja mleczanowa:** glukoza → mleczan (kwas mlekowy) + energia (2 ATP).

Cecha	Oddychanie tlenowe	Fermentacja mleczanowa
substraty	glukoza i tlen	glukoza (bez udziału tlenu)
produkty	dwutlenek węgla i woda	mleczan (kwas mlekowy)
warunki	dostęp tlenu	brak tlenu lub jego niedobór (np. w intensywnie pracującym mięśniu)
miejsce w komórce	cytozol (początek), mitochondria (główna część)	cytozol
zysk energetyczny z 1 cząsteczki glukozy	ok. 30 cząsteczek ATP	2 cząsteczki ATP

kto przeprowadza	większość organizmów, w tym człowiek	bakterie fermentacji mlekowej (jogurt, kiszonki), komórki mięśni przy niedoborze tlenu

- **Kluczowe:** Z jednej cząsteczki glukozy oddychanie tlenowe daje ok. 30 ATP, a fermentacja mleczanowa – tylko 2 ATP (ok. 15 razy mniej). Mleczan wciąż zawiera dużo energii chemicznej, której komórka bez tlenu nie potrafi wykorzystać.
- **Fermentacja mleczanowa u człowieka** zachodzi w mięśniach szkieletowych podczas krótkiego, bardzo intensywnego wysiłku, gdy krew nie dostarcza wystarczająco dużo tlenu. Pozwala szybko uzyskać ATP, ale daje go mało. Po wysiłku mleczan jest stopniowo usuwany z krwi i przetwarzany: utleniany w mięśniach i sercu oraz częściowo zamieniany w wątrobie z powrotem w glukozę. Bakterie fermentacji mlekowej wykorzystuje się do wytwarzania jogurtu, kefiru i kiszonek.
- **Glikogenoliza** to rozkład glikogenu do glukozy (ściślej: do glukozo-1-fosforanu, a potem glukozo-6-fosforanu). Glikogen jest zapasem glukozy w **wątrobie** i w **mięśniach**, ale oba narządy wykorzystują go inaczej.



Glikogenoliza w wątrobie i w mięśniu szkieletowym – schemat uproszczony (rysunek własny).

- **Glikoliza** to rozkład glukozy do **pirogronianu** w cytozolu; dalej pirogronian ulega oddychaniu tlenowemu (gdy jest tlen) albo fermentacji mleczanowej (gdy tlenu brak).

	Wątroba	Mięśnie szkieletowe
co powstaje z glikogenu	wolna glukoza, która przechodzi do krwi	glukozo-6-fosforan, który od razu wchodzi w glikolizę
kto korzysta	wszystkie komórki ciała (m.in. mózg) – utrzymanie stężenia glukozy we krwi między posiłkami	tylko ta komórka mięśniowa – energia do skurczu
kiedy przyspiesza	spadek stężenia glukozy we krwi (glukagon), stres (adrenalina)	wysiłek fizyczny (adrenalina)

Metabolizm – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP KARTA 2/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 26 pkt

Ćwiczenia · 26 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj procesy do rodzaju przemian. Wpisz je w odpowiednie kolumny.

synteza glikogenu z glukozy | oddychanie tlenowe | synteza białek z aminokwasów | rozkład glikogenu do glukozy | fotosynteza | fermentacja mleczanowa

anabolizm	katabolizm

Zadanie 2. (0–4 pkt) ..... / 4

Uzupełnij zdania wyrazami z ramki (dwa wyrazy są zbędne).

ADP | anabolicznych | przenośnikiem | fosforanowych | glukozy | katabolicznych

1. Cząsteczka ATP składa się z adeniny, rybozy i trzech reszt _____.
2. Gdy ATP traci jedną resztę fosforanową, powstaje _____ i uwalnia się energia.
3. Energia do odtworzenia ATP pochodzi z reakcji _____.
4. ATP nazywamy _____ energii, bo przenosi ją między reakcjami w komórce.

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń prawdziwość zdań o enzymach.

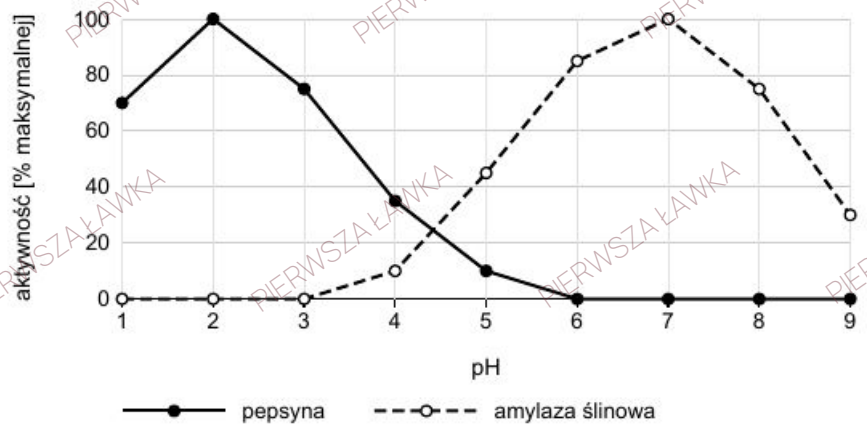
1. Większość enzymów to białka.	P	F
2. Enzym obniża energię aktywacji reakcji.	P	F
3. Jeden enzym przyspiesza wszystkie reakcje w komórce.	P	F
4. W temperaturze 0 °C enzymy działają wolniej, ale zwykle nie ulegają denaturacji.	P	F

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Na wykresie przedstawiono wpływ pH na aktywność dwóch enzymów trawiennych. Podaj optymalne pH każdego z nich i wyjaśnij, dlaczego pepsyna przestaje działać, gdy z treścią pokarmową przechodzi do jelita cienkiego (pH ok. 8).

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 5. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj cechy do procesu, którego dotyczą.

produktem jest dwutlenek węgla zachodzi bez tlenu daje ok. 30 ATP z cząsteczki glukozy
produktem jest mleczan główna część zachodzi w mitochondriach
daje 2 ATP z cząsteczki glukozy

oddychanie tlenowe	fermentacja mleczanowa

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Z jednej cząsteczki glukozy oddychanie tlenowe daje ok. 30 ATP, a fermentacja mleczanowa – 2 ATP. Oblicz, ile razy więcej ATP daje oddychanie tlenowe, oraz ile cząsteczek glukozy musiałaby rozłożyć w fermentacji komórka, która potrzebuje 60 cząsteczek ATP.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego enzymy pozwalają reakcjom zachodzić szybko w temperaturze ciała (37 °C), choć bez enzymów te same reakcje zachodziłyby bardzo wolno.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–4 pkt)

Przeczytaj tekst i przeanalizuj dane.

Sprint i mleczan

Podczas biegu na 400 m mięśnie nóg pracują tak intensywnie, że krew nie dostarcza im wystarczająco dużo tlenu. Zawodnikowi zmierzono stężenie mleczanu we krwi.

Moment pomiaru	spoczynek	po 5 min truchtu	tuż po sprincie 400 m	30 min po sprincie
Stężenie mleczanu we krwi [mmol/l]	1,0	1,8	12,5	3,2

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 3.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Opisz, jak zmieniało się stężenie mleczanu we krwi biegacza, i wyjaśnij wzrost po sprincie.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz, ile razy stężenie mleczanu tuż po sprincie było większe niż w spoczynku, oraz o ile mmol/l spadło w ciągu 30 minut odpoczynku.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego mięśnie nie mogą długo pracować z taką intensywnością jak w sprincie, odwołując się do zysku energetycznego fermentacji.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Sprawdzian: Metabolizm – grupa A

45 minut · 24 pkt

ZP KARTA 8/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 24 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 24 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Które zdanie poprawnie opisuje ATP?

A. Jest długotrwałym magazynem energii, jak glikogen.

B. Zawiera deoksyrybozę i tyminę.

C. Jest przenośnikiem energii – oddaje ją po odłączeniu reszty fosforanowej.

D. Powstaje wyłącznie w fermentacji.

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Dopasuj pojęcie (1–3) do opisu (a–c).

1. dopasowanie substratu do centrum aktywnego
2. kompleks enzym–substrat
3. temperatura optymalna

a) temperatura, w której enzym działa najszybciej

b) połączenie substratu z centrum aktywnym

c) dzięki niemu enzym przyspiesza tylko określoną reakcję

1 ____ 2 ____ 3 ____

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj procesy do rodzaju przemian.

synteza glikogenu oddychanie tlenowe synteza białek glikogenoliza

anabolizm	katabolizm

Zadanie 4. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń prawdziwość zdań.

1. Produktem fermentacji mleczanowej jest mleczan.	P	F
2. Oddychanie tlenowe daje z cząsteczki glukozy ok. 30 ATP.	P	F
3. Fermentacja mleczanowa wymaga dostępu tlenu.	P	F
4. Glikogen wątroby pomaga utrzymać stężenie glukozy we krwi.	P	F

Podgląd – Pierwsza Ławka

Zadanie 5. (0–3 pkt) ..... / 3

Zaprojektuj doświadczenie pozwalające sprawdzić, czy wysoka temperatura wpływa na aktywność katalazy z ziemniaka. Masz: starty ziemniak, 3% wodę utlenioną, czajnik z wrzącą wodą, zlewkę, probówki, linijkę. Uwzględnij: (1) problem badawczy i hipotezę, (2) próbę badawczą i kontrolną, (3) jak zmierzysz wynik.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego enzym może wielokrotnie katalizować tę samą reakcję.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Pięć grup zmierzyło wysokość piany (mm) w doświadczeniu z katalazą w 37 °C: 40, 38, 12, 41, 39. Oblicz średnią i medianę, wskaż, która lepiej opisuje typowy wynik, i uzasadnij.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 8. (0–2 pkt) ..... / 2

Porównaj zysk energetyczny oddychania tlenowego i fermentacji mleczanowej i wyjaśnij, dlaczego komórka mięśnia podczas sprintu korzysta z fermentacji, choć daje ona mniej ATP.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Metabolizm: ATP, enzymy i oddychanie komórkowe – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 1 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 10 z 31 stron. Pełna wersja: 31 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Metabolizm – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 2: Metabolizm – ćwiczenia – 7 zadań, 26 pkt
- Karta 3: Metabolizm – praca z materiałem źródłowym – 4 zadania, 18 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: anabolizm i katabolizm, ATP i enzymy – grupa A – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: anabolizm i katabolizm, ATP i enzymy – grupa B – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: oddychanie tlenowe, fermentacja mleczanowa i glikogenoliza – grupa A – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: oddychanie tlenowe, fermentacja mleczanowa i glikogenoliza – grupa B – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Metabolizm – grupa A – 9 zadań, 24 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Metabolizm – grupa B – 9 zadań, 24 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – praca z materiałem źródłowym

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-1-dzial-03-metabolizm-atp-enzymy-i-oddychanie-komorkowe