

**Wymagania edukacyjne z biologii dla klasy czwartej IV Liceum Ogólnokształcącego z Oddziałami Integracyjnymi
im. B. Krzywoustego – **ZAKRES ROZSZERZONY****

Temat	Poziom wymagań				
	ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
1. Organizacja pracy na lekcjach biologii. Powtórzenie wiadomości z klas 1, 2 i 3					
Rozdział 1. Genetyka molekularna					
2. Budowa i rola kwasów nukleinowych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>podwójna helisa</i> - przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA - wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA - przedstawia regułę Chargaffa - określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej - wymienia rodzaje RNA - określa rolę podstawowych rodzajów RNA - podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA	<i>Uczeń:</i> - omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA - wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd - uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy - opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA - określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia regułę komplementarności zasad - wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA - rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA - wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa - porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA - oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad - odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów - wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA - wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki - omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wiroidów i wirusów	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej - wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
3. Replikacja DNA	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

	· definiuje pojęcie: <i>replikacja</i> · przedstawia znaczenie replikacji DNA · wymienia etapy replikacji DNA · wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji	· definiuje pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon</i> · omawia przebieg replikacji · uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki · przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA · określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji · porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych · określa funkcję enzymów w replikacji DNA u bakterii <i>E. coli</i>	· charakteryzuje poszczególne etapy replikacji · wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA · wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA · wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych · określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	· wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji · omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA · wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału · analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	· planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA · wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej
4. Geny i genomy	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> · podaje funkcje genu · przedstawia strukturę genu · wskazuje różnicę między eksonem a intronem · określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej · wymienia rodzaje	<i>Uczeń:</i> · omawia budowę genu · rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe · wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu · charakteryzuje genom komórki prokariotycznej i genom komórki eukariotycznej · definiuje pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i> · omawia skład chemiczny	<i>Uczeń:</i> · podaje informacje zawarte w genie · charakteryzuje genom wirusa · porównuje strukturę genomu prokariotycznego i genomu eukariotycznego · wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym · wskazuje różnice między	<i>Uczeń:</i> · porównuje heterochromatynę z euchromatyną · opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym · omawia genom mitochondrialny człowieka · omawia różnice między genomem wirusa a genomem bakterii · oblicza, jaką część pozagenowego DNA	<i>Uczeń:</i> · klasyfikuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria: rodzaj kwasu nukleinowego, liczbę nici, strukturę · rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania faktów / informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy

	chromatyny	chromatyny · przedstawia budowę chromosomu	genomem haplontów a genomem diplontów	zawiera cząsteczka DNA · oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	matematyczną (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
5–6. Ekspresja genów	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i> · wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego · przedstawia budowę mRNA · wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA · wskazuje rolę tRNA w procesie translacji · nazywa etapy translacji	<i>Uczeń:</i> · omawia przebieg transkrypcji i translacji · analizuje tabelę kodu genetycznego · porównuje pre-mRNA z mRNA · wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów · omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej · określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji · określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	<i>Uczeń:</i> · omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA · zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA · wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA · porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych · określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	<i>Uczeń:</i> · wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja · wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów · wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów · porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej · wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nieć kodującą i nieć matrycową	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji · wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nieć kodującą i nieć matrycową · wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka
7. Regulacja ekspresji genów	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>operon, alternatywne składanie RNA</i>	<i>Uczeń:</i> · przedstawia na podstawie modelu operonu założenia regulacji ekspresji genów	<i>Uczeń:</i> · porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w	<i>Uczeń:</i> · odróżnia regulację negatywną od pozytywnej w

	- wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury - wymienia czynniki wpływające na ekspresję genów operonu laktozowego - wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej	- w komórce prokariotycznej - opisuje działanie czynników wpływających na ekspresję genów operonu laktozowego - opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA - przedstawia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor - omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej	- laktozowego i operonu tryptofanowego - porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych - wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną	- komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu - omawia rolę sekwencji niekodujących RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy	- przypadku działania operonu laktozowego - przewiduje i wyjaśnia skutki braku możliwości regulacji represora operonu tryptofanowego, który będzie wiązał się z DNA niezależnie od tego, czy tryptofan będzie w komórce
8. Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”					
Rozdział 2. Genetyka klasyczna					
9–10. Dziedziczenie cech. Prawa Mendla	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>allel</i>, <i>genotyp</i>, <i>fenotyp</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i>, <i>allel dominujący</i>, <i>allel recesywny</i>, <i>czyste linie</i> - podaje treść I i II prawa Mendla - określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów	<i>Uczeń:</i> - omawia badania G. Mendla - definiuje pojęcie: <i>linia czysta</i> - podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla - rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla - określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej - oblicza	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych - analizuje wyniki krzyżówek jednogennych na przykładzie grochu zwyczajnego - wyjaśnia znacznie badań	<i>Uczeń:</i> - wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych - określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F₂ - wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna	<i>Uczeń:</i> - interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych - wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym

	za pomocą szachownicy Punnetta · określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej · podaje zasługi G. Mendla dla rozwoju genetyki	prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech	G. Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech i ich wkład w rozwój genetyki		
11. Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne</i> · wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców · opisuje zjawisko plejotropii	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej · określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji · określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej	<i>Uczeń:</i> · porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej · porównuje dominację niepełną z kodominacją · określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę · przewiduje wynik krzyżówki, w której występuje gen letalny	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej · przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F ₁ i F ₂ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
12–13. Dziedziczenie wielogenowe	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> · podaje przykład cechy uwarunkowanej	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i> · określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się	<i>Uczeń:</i> · określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku	<i>Uczeń:</i> · określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

	obecnością genów kumulatywnych · podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo	i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się · odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego · na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa	(komplementarnymi) · omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych	dziedziczenia genów epistatycznych · rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego	
14–15. Chromosomowa teoria dziedziczenia	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>chromosomy homologiczne crossing-over</i>, <i>mapa genowa</i>, <i>centymorgan (cM)</i> · wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana · podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych · przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie · przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie · opisuje, na czym polega mapowanie genów · wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych · na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie	<i>Uczeń:</i> · oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi · określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych · analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych · oblicza odległość między genami	<i>Uczeń:</i> · wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi · wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych · przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone · uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi	<i>Uczeń:</i> · określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej

16. Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i> · charakteryzuje kariotyp człowieka · wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny · przedstawia sposób determinacji płci u człowieka · określa płeć na podstawie analizy kariotypu · podaje typy chromosomowej determinacji płci · wymienia choroby sprzężone z płcią	<i>Uczeń:</i> · wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią · określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią · wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu · wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania · opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra · omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X · charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują · wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn · wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet · omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt · planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci · uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	<i>Uczeń:</i> · porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią · wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet
17. Dziedziczenie pozajądrowe	<i>Uczeń:</i> · podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny · przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego · podaje przykłady dziedziczenia	<i>Uczeń:</i> · podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem · omawia sposób przekazywania organelli	<i>Uczeń:</i> · uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterylność jest korzystna dla roślin · uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych · wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach	<i>Uczeń:</i> · na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego

	mitochondrialnego	półautonomicznych w procesie zapłodnienia · podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą	dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzicielskim	mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego	
18. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”					
Rozdział 3. Zmienność organizmów					
19. Rodzaje zmienności	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i>, <i>zmienność środowiskowa</i> · wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi · podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej · podaje przykłady zmienności środowiskowej · określa, jakiego typu zmienność obserwuje się w przypadku bliźniąt jednojajowych	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i> · podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej · omawia przyczyny zmienności genetycznej · określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej · porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą · uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej · porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną · określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska	<i>Uczeń:</i> · omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych · określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej u organizmów o identycznych genotypach · wykazuje znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i>
20. Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, średnia arytmetyczna</i> · oblicza minimum,	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, dominanta, odchylenie</i>	<i>Uczeń:</i> · wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą	<i>Uczeń:</i> · wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań	<i>Uczeń:</i> · udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany

	maksimum, średnią arytmetyczną na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy	<i>standardowe</i> oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe			i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
21–22. Mutacje	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny</i> - wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych - wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych - wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji - uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> - rozdziela mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku - klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów - określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu - wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe</i> - wyjaśnia charakter zmian w DNA, które są typowe dla różnych mutacji - określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego - omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych - charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej - rozpoznaje na	<i>Uczeń:</i> - wykazuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki - przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu powstałe w wyniku mutacji - wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji - wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych - charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego - wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja

			schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych		
23. Choroby jednogenowe	<i>Uczeń:</i> · podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych · wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i> · wymienia choroby bloku metabolicznego (galaktozemia, alkaptonuria, fenyloketonuria, albinizm oczno-skrótny) · wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej · rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi	<i>Uczeń:</i> · klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia · podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego · charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, dystrofię mięśniową Duchenne’a, krzywicę oporną na witaminę D, mukowiscydozę · analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych · przedstawia sposób dziedziczenia chorób mitochondrialnych na przykładzie choroby Lebera (dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego)	<i>Uczeń:</i> · porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej · podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność · ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów · wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego	<i>Uczeń:</i> · ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu · ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	<i>Uczeń:</i> · uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych · na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
24. Zespoły aberracji chromosomowych	<i>Uczeń:</i> · podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>gen fuzyjny</i> · określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych	<i>Uczeń:</i> · omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej	<i>Uczeń:</i> · określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne	<i>Uczeń:</i> · analizuje przyczyny i objawy chorób genetycznych, takich jak zespół Patau,

	nieprawidłową strukturą chromosomów · podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci · przedstawia zadania poradnictwa genetycznego · porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera · wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera · zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	białaczki szpikowej · przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego · wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa)	chorób (przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół cri-du-chat) · wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	zespół Edwardsa · wyjaśnia, w jaki sposób powstaje gen fuzyjny odpowiedzialny za przewlekłą białaczkę szpikową · na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia
--	--	--	--	--	---

25. Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”

26. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka molekularna”, „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”

Rozdział 4. Biotechnologia molekularna

27. Biotechnologia	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna</i> · podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna · podaje przykłady produktów otrzymywanych	<i>Uczeń:</i> · przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków · podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	<i>Uczeń:</i> · wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną · omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	<i>Uczeń:</i> · omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną	<i>Uczeń:</i> · wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka · na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy
--------------------	---	---	--	--	---

	metodami biotechnologii tradycyjnej · rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej				
28–29. Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> · wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) · wymienia techniki inżynierii genetycznej · podaje przykłady wektorów	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA</i> · charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej · przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA, klonowania DNA) · uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych · klasyfikuje metody transformacji genetycznej	<i>Uczeń:</i> · wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) · omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukiwania i izolowania genów · omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA · określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA · omawia rolę startera w reakcji PCR	<i>Uczeń:</i> · sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne · określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy · wyjaśnia proces transformacji genetycznej · charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie) · oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, kosmidów, plazmidów · na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia wybrane warianty metody PCR oraz technikę FISH · porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii · proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów

					powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
30. Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i> - wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi - podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie - podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom - wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt - przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii - omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce, przemyśle i medycynie - przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO - podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO - przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO	<i>Uczeń:</i> - omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów - charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych - omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt - charakteryzuje wybrane produkty GMO - przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli - wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych - wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska - charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO - analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim	<i>Uczeń:</i> - proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór - na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE
31. Klonowanie organizmów i komórek	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda</i>	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony	<i>Uczeń:</i> omawia rodzaje rozmnażania	<i>Uczeń:</i> analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt	<i>Uczeń:</i> planuje doświadczenie,

	<i>transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka</i> - wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie - wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - określa cele klonowania organizmów - wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi - podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)	mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka - wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi - opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju	bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania - wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt - formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu - porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym	metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka - wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt - wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów - wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem	którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu - wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny - wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
32. Biotechnologia molekularna w medycynie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i> - określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i> - wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji	<i>Uczeń:</i> - określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób - przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób - wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste - wyjaśnia sposób wykorzystania

	człowieka oraz jego zsekwencjonowania · wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna · podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych · podaje przykłady biofarmaceutyków	w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych · omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych · wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej · podaje, na czym polega terapia genowa · omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka	danej osoby do wystąpienia niektórych chorób · charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej · wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych · porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA · wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi · przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny	ze stosowania terapii genowej · omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy · wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii	mikromacierzy w diagnostyce molekularnej · wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
33. Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i> · wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny · podaje przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w systematyce organizmów i badaniach ewolucyjnych	<i>Uczeń:</i> · przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie, badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów · omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie · omawia zastosowanie profilu genetycznego	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>filogenetyka molekularna</i> · uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych · dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych · dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej · wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów	<i>Uczeń:</i> · na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej · wykazuje różnice między tradycyjną

	wymienia zadania filogenetyki molekularnej	omawia <i>hipotezę pożegnania z Afryką</i>	stuprocentową pewnością formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej	pochodzących z DNA pozagenowego analizuje drzewo filogenetyczne skonstruowane na podstawie analizy sekwencji nukleotydów pozagenowego jądrowego DNA	systematyką a systematyką opartą na filogenetyce molekularnej
34. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”					
35. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”					
Rozdział 5. Ewolucja organizmów					
36. Rozwój myśli ewolucyjnej	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i> - wymienia główne teorie dotyczące powstania życia na Ziemi - przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina - przedstawia zarys teorii Lamarcka i teorii Cuviera	<i>Uczeń:</i> - opisuje główne założenia teorii Lamarcka i kreacjonistów - wyjaśnia, dlaczego teoria Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej - wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji - przedstawia wyniki obserwacji dotyczących procesu ewolucji, powstałych podczas podróży Darwina dookoła świata	<i>Uczeń:</i> - porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym - omawia założenia syntetycznej teorii ewolucji - ocenia wpływ podróży Karola Darwina na rozwój jego teorii ewolucji	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi - omawia założenia teorii Cuviera i wskazuje różnice między jego poglądami a poglądami kreacjonistów - podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów	<i>Uczeń:</i> analizuje i przedstawia wnioski z eksperymentu Lederbergów, dotyczącego powstawania antybiotykooporności u bakterii
37. Dowody ewolucji	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>skamieniałości, formy przejściowe, relikty</i>	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i>	<i>Uczeń:</i> podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej

	<i>filogenetyczne</i> · klasyfikuje dowody ewolucji · wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady · podaje metody datowania · wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy · podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych · określa, czym zajmuje się paleontologia · opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał	· wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych · wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych · wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii · charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych · wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym · charakteryzuje formy przejściowe zwierząt	skał osadowych · wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów · wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami · rozpoznaje na podstawie schematu konwergencję i dywergencję · analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów	metod datowania · analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia · wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami · przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów	organizmów · na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliższej spokrewnione
38. Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, polimorfizm genetyczny, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i> · wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu	<i>Uczeń:</i> · przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków · opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego · wymienia przykłady działania różnych form	<i>Uczeń:</i> · wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu · wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie · charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z dobozem krewniaczym · argumentuje, dlaczego	<i>Uczeń:</i> · omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku · wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych	<i>Uczeń:</i> · dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne

	na stabilność warunków środowiska · podaje przykłady dymorfizmu płciowego · podaje przykłady chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują się w populacji człowieka · podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej	doboru naturalnego w przyrodzie · omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji · podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu · wskazuje związek między genem anemii sierpowatej w populacji ludzkiej a występowaniem malarii	mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne		
39–40. Ewolucja na poziomie gatunku i populacji	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>genetyka populacyjna</i>, <i>pula genowa populacji</i> · podaje założenia prawa Hardy’ego–Weinberga · podaje warunki istnienia populacji w stanie równowagi · wymienia efekty zmian częstości występowania alleli · wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji	<i>Uczeń:</i> · przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową · stosuje równanie Hardy’ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji · charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła · podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła	<i>Uczeń:</i> · określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła · wyjaśnia regułę Hardy’ego–Weinberga · oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych · wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji	<i>Uczeń:</i> · sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej · uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	<i>Uczeń:</i> · przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji · na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji
41. Powstawanie	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

gatunków – specjacja	· definiuje pojęcia: <i>specjacja, radiacja adaptacyjna</i> · przedstawia biologiczną koncepcję gatunku · klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej · wymienia rodzaje specjacji	· przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie · charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej · charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła)	· charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne · podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej · wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	· wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo · wyjaśnia na przykładzie kielży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków	· wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji · określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
42. Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, koewolucja, mimetyzm, mimikra</i> · wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji · podaje przykład kierunkowości ewolucji · podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów	<i>Uczeń:</i> · wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji · określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji · wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów · omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów	<i>Uczeń:</i> · wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów
43. Historia życia na Ziemi	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>makroczerwca, prakomórka, koacerwat,</i>	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków	<i>Uczeń:</i> · ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera	<i>Uczeń:</i> · wykazuje, że zmiany warunków w środowisku miały

	<i>bulion pierwotny</i> - wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych - podaje sens hipotezy dotyczącej samorzutnej syntezy związków organicznych - przedstawia środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych - podaje założenia teorii endosymbiozy - układa chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi - wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów	makrocząsteczek na Ziemi - wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych - omawia skutki pojawienia się organizmów fotosyntetyzujących - wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi - omawia hipotetyczną fazę w dziejach Ziemi (świat RNA) - omawia koncepcję pojawienia się organizmów wielokomórkowych	organicznych - przedstawia przebieg oraz wyniki doświadczenia S. Millera i H. Ureya dotyczącego samorzutnej syntezy związków organicznych - wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi - wymienia argumenty przemawiające za słuszością teorii endosymbiozy - omawia przyczyny i skutki masowego wymierania organizmów - wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi	i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi - wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w wyjaśnieniu powstania oraz rozwoju życia na Ziemi - wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki życia na Ziemi - wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało powstanie form wielokomórkowych	wpływ na przebieg ewolucji - przedstawia prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi - na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje przebieg historii życia na Ziemi
44. Antropogeneza	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i> - określa przynależność systematyczną człowieka - wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt - wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści związane z pionizacją ciała - przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych - przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka - omawia charakterystyczne cechy budowy	<i>Uczeń:</i> - uzasadnia przynależność systematyczną człowieka - określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka - omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na	<i>Uczeń:</i> - analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi - przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała	<i>Uczeń:</i> - przedstawia tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych - na podstawie dostępnych źródeł przedstawia antropogenezę

	- wymienia cechy specyficznie ludzkie - porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	bezpośrednich przodków człowieka - podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała - określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu	inne kontynenty	wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia	
45. Utrwalenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”					
Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna					
46–47. Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory)</i> - opisuje niszę ekologiczną - charakteryzuje tolerancję ekologiczną - określa zakres badań ekologicznych - wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych - rozdziela czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>gatunek kosmopolityczny</i> - wyjaśnia, czym się zajmują: ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody - przedstawia prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji ekologicznej - opisuje niszę ekologiczną wybranych gatunków - określa relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu - przedstawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej - omawia zasadę	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska - opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię - wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji - wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska - określa stopień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną - ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów - wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku - omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska - wskazuje różnice między gatunkami	<i>Uczeń:</i> - planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiskowego - wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres tolerancji ekologicznej danego organizmu - na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa

	organizmy	współdziałania czynników środowiska · wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza · interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego	skali porostowej · wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej · uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi · wyjaśnia zasadę współdziałania czynników	wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi · charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody · przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska
48–49. Ekologia populacji	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>populacja</i> · wymienia cechy populacji · podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność · przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji · przedstawia trzy podstawowe typy krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne · podaje modele wzrostu liczebności populacji	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje cechy populacji: rozrodność, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową · podaje przyczyny śmiertelności · charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów · omawia strategię rozrodu · porównuje rozrodność ze śmiertelnością w populacji · charakteryzuje krzywe przeżywania · charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>opór środowiska</i> · omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Alleego · dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku · wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów · analizuje piramidy wieku populacji · określa możliwości rozwoju danej populacji · opisuje modele wzrostu liczebności populacji · podaje przykłady	<i>Uczeń:</i> · odróżnia rozrodność potencjalną (fizjologiczną) od rozrodności realizowanej (ekologicznej) · przewiduje zmiany liczebności populacji na podstawie danych o jej liczebności, rozrodności, śmiertelności i migracjach osobników · porównuje modele wzrostu populacji i określa, który z nich najczęściej występuje w środowisku naturalnym	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia teorię metapopulacji · wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku

	· wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja) · przedstawia zalety i wady życia w grupie · omawia wybrane cechy populacji · podaje efekt Alleego · przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid	ograniczające liczebność populacji · przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu · charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji · podaje główne założenia teorii metapopulacji		
50. Zależności nieantagonistyczne	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>komensalizm, mutualizm</i> · klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne · wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm) · podaje rodzaje mutualizmu · podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności · wymienia	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe · wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych · charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych · wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> · wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

	przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne				
51. Zależności antagonistyczne	<i>Uczeń:</i> - wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję - podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych - podaje znaczenie terminów: <i>hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta</i> - charakteryzuje roślinożerność - wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej - podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje mechanizmy obronne u roślin - opisuje, na czym polega drapieżnictwo w relacjach ofiara–drapieżnik - charakteryzuje pasożytnictwo w relacjach żywiciel–pasożyt - omawia przystosowania anatomiczne i behawioralne roślinożerców do pozyskiwania pokarmu - przedstawia przystosowania pasożytów oraz mechanizmy obronne żywicieli - klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów - przedstawia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów - omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–roślina	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania - charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej - podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów - porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo - przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany - wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa - wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy	<i>Uczeń:</i> - planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków - określa skutki działania substancji allelopatycznych

52. Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, reducent, sukcesja ekologiczna</i> - wyróżnia poziomy troficzne - podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie - klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne - klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne - wyróżnia sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu - omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej - charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej - wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna - odróżnia sukcesję pierwotną od sukcesji wtórnej - podaje kryteria podziału sukcesji na sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną	<i>Uczeń:</i> - określa kryteria podziału ekosystemów - charakteryzuje rodzaje ekosystemów - charakteryzuje gatunki pionierskie - wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą - przedstawia etapy eutrofizacji jezior - wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu - charakteryzuje przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej	<i>Uczeń:</i> - omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych - omawia wpływ biocenozy na mikroklimat - przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie (wzbogacenie układu w węgiel i azot, zmiany w składzie gatunkowym)	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior - wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
53. Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu</i> - przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych - podaje przykłady łańcucha spasanego i łańcucha detrytusowego	<i>Uczeń:</i> - przedstawia znaczenie terminów: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i> - konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne - porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów - wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie - podaje rolę gatunków	<i>Uczeń:</i> - wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych - omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach - rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy - wymienia czynniki, które mogą ograniczać	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu - wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne - omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy - wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności

	· nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej · wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje · wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)	kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie · omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	produktywność ekosystemów		· uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy
54. Obieg azotu i węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>amonifikacja, nityfikacja, denityfikacja</i> · opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie · wymienia źródła węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia pojęcie: <i>cykl biogeochemiczny</i> · podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla · wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie · przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie · wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków · wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice	<i>Uczeń:</i> · wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie · wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
55. Różnorodność biologiczna	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcia: <i>gatunek reliktowy, endemit, ostoja</i> · wymienia typy różnorodności biologicznej · wymienia czynniki	<i>Uczeń:</i> · definiuje pojęcie: <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> · omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy · charakteryzuje biomy występujące na Ziemi	<i>Uczeń:</i> · omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi · charakteryzuje typy różnorodności biologicznej · przedstawia przykłady	<i>Uczeń:</i> · charakteryzuje wybrane środowiska wodne · omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi · porównuje	<i>Uczeń:</i> · wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej · dowodzi, że określanie

	geograficzne kształtujące bioróżnorodność - wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi - wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi - przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	- przedstawia gatunki reliktowe jako dowody ewolucji organizmów - podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu - omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu - podaje przykłady gatunków endemicznych i gatunków reliktowych	ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej - wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna - charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta	różnorodność gatunkową poszczególnych biomów wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne wykazuje wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi
56. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>introdukcja, erozja, degradacja gleby</i> - podaje znaczenie terminów: <i>dziura ozonowa, kwaśne opady, smog</i> - podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa - omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego - wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady introdukowanych gatunków - przedstawia, w jaki sposób powstają kwaśne opady - wymienia przykłady chorób, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego działania smogu na organizm człowieka - określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime - określa znaczenie korytarzy ekologicznych	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej - omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime - charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej - omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia - porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym - opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność - wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem - wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów	<i>Uczeń:</i> - wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną - wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka

57–58. Ochrona różnorodności biologicznej	Uczeń: · definiuje pojęcia: <i>restytucja, reintrodukcja, ochrona czynna, ochrona bierna, Agenda 21</i> · podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody · wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji człowieka w ekosystem (ochrona czynna i ochrona bierna) · wyróżnia formy ochrony przyrody ze względu na obiekt obejmowany ochroną (ochrona obszarowa gatunkowa, ochrona indywidualna) · wymienia formy ochrony obszarowej w Polsce · wymienia formy ochrony indywidualnej w Polsce	Uczeń: · wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków · przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody · wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce · podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej · omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności	Uczeń: · wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody · charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce · wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody · wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów	Uczeń: · uzasadnia konieczność ochrony starych odmian roślin i ras zwierząt hodowlanych · wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego · uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody	Uczeń: · proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła · uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów · na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody
59. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”					
60. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”					
61–62. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika					
63–64. Podsumowanie stopnia opanowania wiadomości zawartych w podstawie programowej dla liceum w zakresie rozszerzonym					