

Wymagania edukacyjne niezbędne do otrzymania śródrocznych i rocznych ocen klasyfikacyjnych z **BIOLOGII**
Zakres rozszerzony – kl. 4

Poziom wymagań				
Ocena dopuszczająca	Ocena dostateczna	Ocena dobra	Ocena bardzo dobra	Ocena celująca
Genetyka molekularna				
Uczeń: - definiuje pojęcie: podwójna helisa - przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA - wymienia: - zasady azotowe występujące w DNA i RNA, - rodzaje RNA - przedstawia regułę Chargaffa - określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej - określa rolę podstawowych rodzajów RNA - podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów - wyjaśnia: - w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA - dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, - omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki - omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wirusów i wirusów	Uczeń: - 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
Uczeń: - definiuje pojęcie: replikacja - przedstawia znaczenie replikacji DNA - wymienia: - etapy replikacji DNA - nazwy enzymów biorących udział w replikacji	Uczeń: - definiuje pojęcia: widełki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon - omawia przebieg replikacji - uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki	Uczeń: - charakteryzuje poszczególne etapy replikacji - wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA - wykazuje różnice w syntezie obu nowych	Uczeń: - wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji - omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA - wykazuje związek między replikacją DNA	Uczeń: - planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA - wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania

	• 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 E. coli	łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	a zdolnością komórki do podziału • analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	informacji genetycznej
Uczeń: • definiuje pojęcia: gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom • podaje funkcje genu • przedstawia strukturę genu • wskazuje różnicę między eksonem a intronem • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej • wymienia rodzaje chromatyny	Uczeń: • 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: sekwencje powtarzalne, pseudogeny • omawia skład chemiczny chromatyny • przedstawia budowę chromosomu	Uczeń: • 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 genomem haplontów a genomem diplontów	Uczeń: • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • omawia genom mitochondrialny człowieka, różnice między genomem wirusa a genomem bakterii • oblicza, jaką część pozagenowego DNA zawiera cząsteczka DNA o określonej długości • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	Uczeń: • 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 matematycznej
Uczeń: • definiuje pojęcia: kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu • wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego • przedstawia budowę mRNA	Uczeń: • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje tabelę kodu genetycznego • porównuje pre-mRNA z mRNA • wyjaśnia zasadę kodowania	Uczeń: • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA • wyjaśnia modyfikacje	Uczeń: • wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja • wyjaśnia: - w jaki sposób dochodzi do tworzenia się poliribosomów - biologiczne znaczenie	Uczeń: • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji • wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nie kodującą i nie matrycową

- wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA - wskazuje rolę tRNA w procesie translacji - nazywa etapy translacji	informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów - omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej - określa: - rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji - rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	potranskrypcyjne RNA - porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych - określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	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	wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka
Uczeń: - definiuje pojęcia: operon, alternatywne składanie RNA - 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	Uczeń: - przedstawia na podstawie modelu operonu założenia regulacji ekspresji genów 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	Uczeń: - porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu 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	Uczeń: - wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w 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	Uczeń: - odróżnia regulację negatywną od pozytywnej w 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
Genetyka klasyczna				
Uczeń: - definiuje pojęcia: allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie - podaje treść I i II prawa Mendla	Uczeń: - omawia badania G. Mendla - definiuje pojęcie: linia czysta - podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla	Uczeń: wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych	Uczeń: - wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych - określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F₂	Uczeń: - interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych - wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym

- określa: - prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta - cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej - podaje zasługi G. Mendla dla rozwoju genetyki	- rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla - określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej - oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech	- analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego - wyjaśnia znacznie badań G. Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech i ich wkład w rozwój genetyki	wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna	
Uczeń: - definiuje pojęcia: allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców - opisuje zjawisko plejotropii	Uczeń: - charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej - określa: - prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji - prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej	Uczeń: - 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	Uczeń: - wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej - przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi	Uczeń: wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F_1 i F_2 mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
Uczeń: - definiuje pojęcia: geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe - podaje przykład: - cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych - cech człowieka warunkowanych wielogenowo	Uczeń: - definiuje pojęcia: gen epistatyczny, gen hipostatyczny - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się - odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia	Uczeń: - wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi) - omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych	Uczeń: - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych - rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego	Uczeń: określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

	kumulatywnego • na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa			
Uczeń: • definiuje pojęcia: locus, geny sprzężone, chromosomy homologiczne crossing-over, mapa genowa, centymorgan (cM) • 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	Uczeń: • wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia crossing-over 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	Uczeń: • oblicza częstość crossing-over 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	Uczeń: • wykazuje: - różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi - 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	Uczeń: • określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej
Uczeń: • definiuje pojęcia: kariotyp, chromosomy płci • 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	Uczeń: • 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	Uczeń: • wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen SRY 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:	Uczeń: • 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	Uczeń: • 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

• podaje typy chromosomowej determinacji płci • wymienia choroby sprzężone z płcią	• opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	- dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn - i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt	pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	
Uczeń: • podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny • przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego • podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego	Uczeń: • podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem • omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia • podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą	Uczeń: • uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterility jest korzystna dla roślin • uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendrowskim i jednorodzielskim	Uczeń: • wyjaśnia: - dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych - dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego	Uczeń: • na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego
Zmienność organizmów				
Uczeń: • definiuje pojęcia: zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna), zmienność środowiskowa • wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi • podaje: - rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej	Uczeń: • definiuje pojęcia: zmienność ciągła, zmienność nieciągła • podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej • omawia przyczyny zmienności genetycznej • określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością	Uczeń: • wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, crossing-over oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą • uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej	Uczeń: • omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych • określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie	Uczeń: • wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej u organizmów o identycznych genotypach • wykazuje znaczenie pojęcia norma reakcji genotypu

- przykłady zmienności środowiskowej • określa, jakiego typu zmienność obserwuje się w przypadku bliźniąt jednojajowych	środowiskową	• porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną • określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska		
Uczeń: • definiuje pojęcia: minimum, maksimum, średnia arytmetyczna • oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną • na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy	Uczeń: • definiuje pojęcia: zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, dominanta, odchylenie standardowe • oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe	Uczeń: • wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą	Uczeń: • wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań	Uczeń: • udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
Uczeń: • definiuje pojęcia: mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomalna strukturalna, mutacja chromosomalna liczbowa, czynnik mutageny • wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych • wymienia: - rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomalnych - pozytywne i negatywne skutki mutacji • uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych	Uczeń: • definiuje pojęcia: mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana • rozróżnia 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	Uczeń: • wyjaśnia pojęcia: mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe • 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 chromosomalnych liczbowych • charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej • rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomalnych	Uczeń: • 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	Uczeń: • 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
Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

• podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych • wyjaśnia pojęcie: choroby bloku metabolicznego • wymienia choroby bloku metabolicznego (galaktozemia, alkaptonuria, fenyloketonuria, albinizm oczno-skróny) • wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej • rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi	• 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 jednogennych • przedstawia sposób dziedziczenia chorób mitochondrialnych na przykładzie choroby Lebera (dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego)	• 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	• ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu • ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	• uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
Uczeń: • podaje: - przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów - 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	Uczeń: • definiuje pojęcie: gen fuzyjny • określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych 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	Uczeń: • omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej • przedstawia sytuację, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego • wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa)	Uczeń: • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół cri-du-chat) • wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	Uczeń: • analizuje przyczyny i objawy chorób genetycznych, takich jak zespół Patau, 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

Biotechnologia molekularna				
Uczeń: - definiuje pojęcia: biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna - podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna - podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej - rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej	Uczeń: - 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	Uczeń: - wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną - omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	Uczeń: omawia różnice między biotechnologią klasyczną i biotechnologią molekularną	Uczeń: - 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
Uczeń: - definiuje pojęcia: wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna - wymienia: - enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) - techniki inżynierii genetycznej - podaje przykłady wektorów	Uczeń: - definiuje pojęcia: sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA - 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	Uczeń: - wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) - omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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

Uczeń: - definiuje pojęcia: organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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
Uczeń: - definiuje pojęcia: klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka - wymienia: - przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie - sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - określa cele klonowania	Uczeń: - wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony 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	Uczeń: - omawia rodzaje rozmnażania 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	Uczeń: - analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdziałania komórek zarodka - wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt - wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów - wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem	Uczeń: - planuje doświadczenie, 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

organizmów • wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi • podaje rodzaje klonowania	metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju			
Uczeń: • definiuje pojęcia: diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste • określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwnecjonowania • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • podaje przykłady: technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych, biofarmaceutyków	Uczeń: • definiuje pojęcie: przeciwciała monoklonalne • wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej 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	Uczeń: • omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji 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	Uczeń: • określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób • przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób • wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające 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	Uczeń: • planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste • wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej • wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
Uczeń: • definiuje pojęcie: profil genetyczny • wymienia dziedziny nauki,	Uczeń: • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie, badaniach	Uczeń: • definiuje pojęcie: filogenetyka molekularna • uzasadnia znaczenie analizy	Uczeń: • wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych	Uczeń: • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania

w których wykorzystuje się profil genetyczny • podaje przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w systematyce organizmów i badaniach ewolucyjnych • wymienia zadania filogenetyki molekularnej	ewolucyjnych i systematyce organizmów • omawia: - wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie - zastosowanie profilu genetycznego - hipotezę pożegnania z Afryką	sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej	• dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej • wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego • analizuje drzewo filogenetyczne skonstruowane na podstawie analizy sekwencji nukleotydów pozagenowego jądrowego DNA	biotechnologii molekularnej • wykazuje różnice między tradycyjną systematyką a systematyką opartą na filogenetyce molekularnej
Ewolucja organizmów				
Uczeń: • definiuje pojęcia: ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji • wymienia główne teorie dotyczące powstania życia na Ziemi • przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina • przedstawia zarys teorii Lamarcka i teorii Cuviera	Uczeń: • opisuje główne założenia teorii Lamarcka i kreacjonistów • wyjaśnia: - dlaczego teoria Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej - relacje między teorią doboru Naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji • przedstawia wyniki obserwacji dotyczących procesu ewolucji, powstałych podczas podróży Darwina dookoła świata	Uczeń: • porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym • omawia założenia syntetycznej teorii ewolucji • ocenia wpływ podróży Karola Darwina na rozwój jego teorii ewolucji	Uczeń: • 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	Uczeń: • analizuje i przedstawia wnioski z eksperymentu Lederbergów, dotyczącego powstawania antybiotykooporności u bakterii
Uczeń: • definiuje pojęcia: skamieniałości, formy przejściowe, relikty filogenetyczne • klasyfikuje dowody ewolucji • wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji	Uczeń: • definiuje pojęcia: dywergencja, konwergencja • wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych	Uczeń: • podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych • wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii	Uczeń: • wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania • analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli	Uczeń: • wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów • na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia

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 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	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	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	i uzasadnia, które gatunki są najbliższej spokrewnione
Uczeń: • definiuje pojęcia: dymorfizm płciowy, konkurencja, polimorfizm genetyczny, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający • wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska • podaje przykłady: dymorfizmu płciowego, chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują się w populacji człowieka • podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej	Uczeń: • 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 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	Uczeń: • wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem krewniaczym • argumentuje, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne	Uczeń: • omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku • wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych	Uczeń: • dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne

	w populacji ludzkiej a występowaniem malarii			
Uczeń: - definiuje pojęcia: genetyka populacyjna, pula genowa populacji - podaje: - założenia prawa Hardy’ego–Weinberga - warunki istnienia populacji w stanie równowagi - wymienia: - efekty zmian częstości występowania alleli - przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej - uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	Uczeń: - 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
Uczeń: - definiuje pojęcia: specjacja, radiacja adaptacyjna - przedstawia biologiczną koncepcję gatunku - klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej - wymienia rodzaje specjacji	Uczeń: - przedstawia mechanizmy izolacji rozrodowej w przyrodzie i podaje jej znaczenie - charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej - charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia	Uczeń: - charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodowej: prezygotyczne i postzygotyczne - podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodowej - wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	Uczeń: - wyjaśnia: - dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo - na przykładzie kielży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków	Uczeń: - wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji - określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
Uczeń: - definiuje pojęcia: mikroewolucja, makroewolucja, koewolucja, mimetyzm, mimikra - wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji - podaje przykład:	Uczeń: - wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji - określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji,	Uczeń: - charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji - wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów - omawia skutki działania doboru	Uczeń: wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji	Uczeń: charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów

- kierunkowości ewolucji - mimikry i mimetyzmu u organizmów	warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji	naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów		
Uczeń: - definiuje pojęcia: makrocząsteczka, prakomórka, koacerwat, bulion pierwotny - wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzną syntezę pierwszych związków organicznych - podaje sens hipotezy dotyczącej samorźutnej 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	Uczeń: - charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych 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) - koncepcję pojawienia się organizmów wielokomórkowych	Uczeń: - wyjaśnia, na czym polega teoria samorźutnej syntezy związków organicznych - przedstawia przebieg oraz wyniki doświadczenia S. Millera i H. Ureya dotyczącego samorźutnej syntezy związków organicznych - wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi - wymienia argumenty przemawiające za słusnością teorii endosymbiozy - omawia przyczyny i skutki masowego wymierania organizmów - wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi	Uczeń: - ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera 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	Uczeń: - wykazuje, że zmiany warunków w środowisku miały wpływ na przebieg ewolucji - przedstawia prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi - na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje przebieg historii życia na Ziemi
Uczeń: - wyjaśnia pojęcie: antropogeneza - określa przynależność systematyczną człowieka - wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt - wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi - wymienia cechy specyficznie ludzkie	Uczeń: - omawia korzyści związane z pionizacją ciała - przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych - przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka - omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich przodków człowieka	Uczeń: - uzasadnia przynależność systematyczną człowieka - określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka - omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty	Uczeń: - analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi - przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała - wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem	Uczeń: przedstawia - tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych - antropogenezę (na podstawie dostępnych źródeł)

• porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	• 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		pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia	
Ekologia				
Uczeń: • definiuje pojęcia: ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory) • opisuje niszę ekologiczną • charakteryzuje tolerancję ekologiczną • określa zakres badań ekologicznych • wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych • rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy	Uczeń: • definiuje pojęcie: gatunek kosmopolityczny • 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 współdziałania czynników środowiska • wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego	Uczeń: • 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 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	Uczeń: • 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 wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi • charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody • przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	Uczeń: • 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 tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska

		• wyjaśnia zasadę współdziałania czynników		
Uczeń: • definiuje pojęcie: populacja • 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 • 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	Uczeń: • charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową • podaje przyczyny śmiertelności • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów • omawia strategie rozrodu • porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji • charakteryzuje krzywe przeżywania • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji • przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	Uczeń: • definiuje pojęcie: opór środowiska • 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 gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji	Uczeń: • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna) • przewiduje zmiany liczebności populacji na podstawie danych o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników • porównuje modele wzrostu populacji i określa, który z nich najczęściej występuje w środowisku naturalnym	Uczeń: • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku
Uczeń: • definiuje pojęcia: komensalizm, mutualizm • klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne • wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe	Uczeń: • charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	Uczeń: • charakteryzuje: - mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych - na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych	Uczeń: • wyjaśnia: - dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych - znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie	Uczeń: • wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

(mutualizm, komensalizm) • podaje rodzaje mutualizmu • podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności • wymienia przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne				
Uczeń: • wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję • podaje: - przykłady oddziaływań antagonistycznych - znaczenie terminów: hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta • charakteryzuje roślinożerność • wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	Uczeń: • 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	Uczeń: • 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	Uczeń: • wyjaśnia - zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany - zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa - jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy	Uczeń: • planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływanie antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków • określa skutki działania substancji allelopatycznych
Uczeń: • definiuje pojęcia: ekosystem, biocenoza, biotop, redukcja, sukcesja ekologiczna • wyróżnia poziomy troficzne	Uczeń: • charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu • omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej	Uczeń: • określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje ekosystemów	Uczeń: • omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych • omawia wpływ biocenozy na mikroklimat	Uczeń: • wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior • wykazuje, dlaczego ekosystem

• 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	• 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	• 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	• przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie (wzbogacenie układu w węgiel i azot, zmiany w składzie gatunkowym)	autotroficzny jest samowystarczalny
Uczeń: • definiuje pojęcia: łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu • przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych • podaje przykłady łańcucha spasanania i łańcucha detrytusowego • 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)	Uczeń: • przedstawia znaczenie terminów: produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto) • konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne • porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie • podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie • omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	Uczeń: • 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 produktywność ekosystemów	Uczeń: • charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne • omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów	Uczeń: • 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 • uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy
Uczeń: • definiuje pojęcia: amonifikacja, nityfikacja, denityfikacja • opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie: cykl biogeochemiczny • podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla	Uczeń: • wyjaśnia: - znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie	Uczeń: • wyjaśnia: - rolę organizmów w obiegu pierwiastków - sposób asymilacji azotu przez	Uczeń: • wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie • wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie

wymienia źródła węgla w przyrodzie	- wyjaśnia na podstawie schematu obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie - przedstawia, w jaki sposób wyłuskiwanie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie	- jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	sinice	bakterii wiążących azot
Uczeń: - definiuje pojęcia: gatunek reliktowy, endemit, ostoja - wymienia: - typy różnorodności biologicznej - czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność - przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi - czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi - przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	Uczeń: - definiuje pojęcie: ogniska różnorodności biologicznej - omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy - charakteryzuje biomy występujące na Ziemi - 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	Uczeń: - omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi - charakteryzuje typy różnorodności biologicznej - przedstawia przykłady 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	Uczeń: - charakteryzuje wybrane środowiska wodne - omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi - porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów - wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	Uczeń: - wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej - dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne - wykazuje wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi
Uczeń: - definiuje pojęcia: introdukcja, erozja, degradacja gleby - podaje znaczenie terminów: dziura ozonowa, kwaśne opady, smog - podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa - omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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 zawlečeniami - zależność między dziurą ozonową	Uczeń: - wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną - wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka

wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	rodzime określa znaczenie korytarzy ekologicznych	omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	a powstawaniem nowotworów	
Uczeń: - definiuje pojęcia: restytucja, reintrodukcja, ochrona czynna, ochrona bierna, Agenda 21 - 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, 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