Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z biologii dla klasy czwartej szkoły ponadpodstawowej dla zakresu rozszerzonego od 1 września 2024r. (*3 godziny tygodniowo*)

Lp.	Temat	Poziom wymagań				
		ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
Rozdział 1. **Genetyka molekularna**						
1.	**Budowa i rola kwasów nukleinowych**	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *podwójna helisa* • 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	*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 • 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 wirusów	*Uczeń:* • wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
2.	**Replikacja DNA**	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *replikacja* • przedstawia znaczenie replikacji DNA • wymienia etapy replikacji DNA • wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *widełki replikacyjne*, *oczko replikacyjne*, *replikon* • omawia przebieg replikacji • uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki • przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA	*Uczeń:* • charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	*Uczeń:* • 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	*Uczeń:* • opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA • wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej

			• określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych		replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	
3.	**Geny i genomy**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *gen, 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 • wyjaśnia pojęcie: *genom* • przedstawia budowę chromosomu • omawia budowę i rodzaje chromatyny	*Uczeń:* • charakteryzuje gen • porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym	*Uczeń:* • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	*Uczeń:* • rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematyczną (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
4. 5. 6.	**Ekspresja genów**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu* • wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego • przedstawia budowę mRNA • wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA • wskazuje rolę tRNA w procesie translacji • nazywa etapy translacji • określa rolę polimerazy	*Uczeń:* • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje i wykorzystuje 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 aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	*Uczeń:* • 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	*Uczeń:* • wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja • przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki	*Uczeń:* • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji • wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka

		RNA w procesie transkrypcji		białek	eukariotycznej • wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową	
7.	**Regulacja ekspresji genów**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *alternatywne składanie RNA* • wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej • przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych	*Uczeń:* • opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA • omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej • przedstawia regulację dostępu do genu • przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informacje 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 • wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych	*Uczeń:* • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
8. 9.	**Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”**					
Rozdział 2. **Genetyka klasyczna**						
10. 11.	**Dziedziczenie cech. Prawa Mendla**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie* • podaje treść I i II prawa Mendla • określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *linia czysta* • podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla • rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla • określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej • oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa	*Uczeń:* • analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego	*Uczeń:* • wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych • określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F_2 • wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna	*Uczeń:* • interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych

		genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta • określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej	w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech			
12. 13.	**Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji**	*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 • określa 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
14. 15.	**Dziedziczenie wielogenowe**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *geny dopełniające się*, *geny kumulatywne*, *geny plejotropowe* • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych • podaje przykłady 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 kumulatywnego • na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek	*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

			procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa			
16. 17.	**Chromosomowa teoria dziedziczenia**	*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 • 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	*Uczeń:* • określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej • uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi
18.	**Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią**	*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 • podaje typy chromosomowej determinacji płci	*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 • opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	*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, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn	*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

		• wymienia choroby sprzężone z płcią		• wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt	pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	
19.	**Dziedziczenie pozajądrowe**	*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 sterylność jest korzystna dla roślin • uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzicielskim	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych • wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego	*Uczeń:* • na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego • wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym
20.	**Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”**					
Rozdział 3. **Zmienność organizmów**						
21.	**Rodzaje zmienności**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *zmienność genetyczna* (*rekombinacyjna, mutacyjna)* • 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 • opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji	*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 • porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną	*Uczeń:* • określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie

22. 23.	**Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów**	*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, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe* • oblicza dominantę, medianę • wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań	*Uczeń:* • wykazuje różnice między średnia arytmetyczną a medianą • interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędu (tzw. wąsy)	*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
24. 25.	**Mutacje**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny* • 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	*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 chromosomowych liczbowych • charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej • rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych	*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

26. 27.	**Choroby jednogenowe**	*Uczeń:* • podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych • wyjaśnia pojęcie: *choroby bloku metabolicznego* • podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria) • wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	*Uczeń:* • klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia • podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego • charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, pląsawicę Huntingtona, mukowiscydozę • analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych	*Uczeń:* • podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność • ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, pląsawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia) • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego	*Uczeń:* • ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	*Uczeń:* • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
28. 29.	**Zespoły aberracji chromosomowych**	*Uczeń:* • podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych 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,	*Uczeń:* • 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:* • 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)	*Uczeń:* • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera) • wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	*Uczeń:* • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia

		zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera				
30.	**Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”**					
31.	**Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”**					
Rozdział 4. **Biotechnologia molekularna**						
32.	**Biotechnologia**	*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 a 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
33. 34.	**Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *wektor*, *elektroforeza DNA*, *PCR*, *mapy restrykcyjne*, *biblioteki genomowe*, *biblioteki cDNA*, *transformacja genetyczna* • wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *sonda molekularna*, *hybrydyzacja DNA*, *sekwencjonowanie DNA metodą Sangera* • charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej • przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii	*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	*Uczeń:* • sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne • określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy • wyjaśnia proces transformacji genetycznej	*Uczeń:* • wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów • porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło

		restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) • wymienia techniki inżynierii genetycznej • podaje przykłady wektorów	genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) • uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych • klasyfikuje metody transformacji genetycznej	analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA • określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA • omawia rolę startera w reakcji PCR	• 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	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
35.	**Organizmy zmodyfikowane genetycznie**	*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

36.	**Klonowanie organizmów i komórek**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka* • wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie • określa cele klonowania organizmów • wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi • podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)	*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 metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju • wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt	*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 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	*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
37. 38.	**Biotechnologia molekularna w medycynie**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste* • określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *przeciwciała monoklonalne* • wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej • wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz	*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	*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	*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

		• podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych • podaje przykłady biofarmaceutyków	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	• wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi • przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny	wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy • wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii	molekularnych
39.	**Inne zastosowania biotechnologii molekularnej**	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *profil genetyczny* • wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie	*Uczeń:* • omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie • omawia zastosowanie profilu genetycznego • przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej	*Uczeń:* • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinii na temat rozwoju biotechnologii molekularnej • przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego • przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej	*Uczeń:* • 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 pochodzących z DNA pozagenowego	*Uczeń:* • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej
40.	**Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Biotechnologia molekularna”**					
41.	**Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”**					
Rozdział 5. **Ewolucja organizmów**						
42.	**Rozwój myśli ewolucyjnej**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *ewolucja biologiczna,*	*Uczeń:* • przedstawia założenia teorii doboru naturalnego	*Uczeń:* • porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym	*Uczeń:* • wyjaśnia relacje między teorią doboru	*Uczeń:* • podaje argumenty świadczące o tym, że

		ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji	Karola Darwina • wskazuje różnice między doborem naturalnym a doborem sztucznym	• omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji	ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów
43. 44.	**Dowody ewolucji**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *skamieniałości, formy przejściowe, relikty filogenetyczne* • 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	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *dywergencja, konwergencja* • 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	*Uczeń:* • podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku 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	*Uczeń:* • wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych 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	*Uczeń:* • wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów • na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione
45.	**Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *dymorfizm płciowy, konkurencja, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający*	*Uczeń:* • przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków • opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego	*Uczeń:* • wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem	*Uczeń:* • omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku	*Uczeń:* • dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne

		• wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska • podaje przykłady dymorfizmu płciowego	• wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie • podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu	krewniaczym • omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji		
46. 47. 48.	**Ewolucja na poziomie gatunku i populacji**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa populacji* • 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	*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
49.	**Powstawanie gatunków – specjacja**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *specjacja*, *radiacja adaptacyjna* • przedstawia biologiczną koncepcję gatunku • wymienia rodzaje specjacji • klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej	*Uczeń:* • 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) • opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne	*Uczeń:* • charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne • podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej • wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo • wyjaśnia na przykładzie kiełży 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
50.	**Prawidłowości**	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*

	ewolucji. Koewolucja	• definiuje pojęcia: *mikroewolucja*, *makroewolucja*, *koewolucja*, *mimetyzm*, *mimikra* • wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji • podaje przykład kierunkowości ewolucji • podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów	• wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji • określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji	• charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji • wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów • omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów	• wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji	• charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów
51.	**Antropogeneza**	*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 • porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	*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 • 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	*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	*Uczeń:* • wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia
52.	**Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”**					
Rozdział 6. **Ekologia i różnorodność biologiczna**						
53.	**Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona*	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *gatunek kosmopolityczny* • wyjaśnia, czym się zajmują:	*Uczeń:* • wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz	*Uczeń:* • wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną	*Uczeń:* • wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres

		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	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	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 stopnień 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 • wyjaśnia zasadę współdziałania czynników	• ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów • wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku • wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi • charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody • przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	tolerancji ekologicznej danego organizmu • na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska
54. 55.	**Ekologia populacji**	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *populacja* • wymienia cechy populacji • podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność • przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji • przedstawia trzy podstawowe typy	*Uczeń:* • charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową • podaje przyczyny śmiertelności • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów	*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	*Uczeń:* • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna) • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji	*Uczeń:* • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku

		krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne • 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	• omawia strategie rozrodu • porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji • charakteryzuje krzywe przeżywania • przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	• analizuje piramidy wieku populacji • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji		
56.	**Zależności nieantagonistyczne**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *komensalizm, mutualizm* • klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne • wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm) • podaje rodzaje mutualizmu • podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności • wymienia przystosowania	*Uczeń:* • charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	*Uczeń:* • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych • charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych • wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie	*Uczeń:* • wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

		organizmów wchodzących w związki mutualistyczne				
57.	**Zależności antagonistyczne**	*Uczeń:* • wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję • podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych • podaje 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 • wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy	*Uczeń:* • określa skutki działania substancji allelopatycznych • wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa
58.	**Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *ekosystem*, *biocenoza*, *biotop*, *reducenci*, *sukcesja ekologiczna* • wyróżnia poziomy troficzne • podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie	*Uczeń:* • 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	*Uczeń:* • określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje ekosystemów • charakteryzuje gatunki pionierskie • wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą • wyjaśnia, od czego zależy	*Uczeń:* • omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych • omawia wpływ biocenozy na mikroklimat • przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie	*Uczeń:* • wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny

		• klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne • klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne		struktura przestrzenna ekosystemu		
59.	**Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć pokarmowa* (*troficzna*), *produktywność ekosystemu* • przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych • podaje przykłady łańcucha spasania 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
60.	**Obieg azotu i węgla w przyrodzie**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *amonifikacja*, *nitryfikacja*, *denitryfikacja* • opisuje obieg węgla i	*Uczeń:* • wyjaśnia pojęcie: *cykl biogeochemiczny* • podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla	*Uczeń:* • wyjaśnia znaczenie nitryfikacji, amonifikacji oraz denitryfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie	*Uczeń:* • wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków • wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez	*Uczeń:* • wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie • wykazuje na podstawie dostępnych źródeł

		obieg azotu w przyrodzie • wymienia źródła węgla w przyrodzie	• wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie • przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie	• wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	sinice	gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
61.	**Różnorodność biologiczna**	*Uczeń:* • definiuje pojęcie *endemit* • wymienia typy różnorodności biologicznej • wymienia czynniki 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	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *ogniska różnorodności biologicznej* • omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy • charakteryzuje biomy występujące na Ziemi • podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu • omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • podaje przykłady gatunków endemicznych	*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 • 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
62.	**Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną**	*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 rodzime • określa znaczenie korytarzy	*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 • omawia skutki kwaśnych	*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 zawleczeniem	*Uczeń:* • wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną • wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością

		• wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	ekologicznych	opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	• wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów	człowieka
63. 64.	**Ochrona różnorodności biologicznej**	*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 • 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 (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21)	*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:* • wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów	*Uczeń:* • proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła • na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody
65.	**Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”**					
66.	**Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”**					
67. 68.	**Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika**					
69. 70.	**Przygotowania do egzaminu maturalnego z biologii w zakresie rozszerzonym**					

Autorka: Małgorzata Miękus