Wymagania edukacyjne z biologii dla klasy trzeciej szkoły ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań			
			Konieczny(K)	**podstawowy (P)**	**rozszerzający (R)**	**dopełniający (D)**
Metabolizm	1	Kierunki przemian metabolicznych	*Uczeń:* • definiuje pojęcie *metabolizm* • charakteryzuje podstawowe rodzaje przemian metabolicznych: anabolizm i katabolizm • wymienia nośniki energii w komórce • wymienia rodzaje fosforylacji	*Uczeń:* • podaje poziom energetyczny substratów i produktów reakcji endoergicznych i egzoergicznych • wymienia cechy ATP • przedstawia sumaryczny zapis procesu fosforylacji • wymienia nośniki elektronów	*Uczeń:* • charakteryzuje budowę ATP • omawia przebieg fosforylacji substratowej, fotosyntetycznej i oksydacyjnej	*Uczeń:* • porównuje rodzaje fosforylacji • analizuje przebieg reakcji redoks z udziałem NADP
	2	Enzymy	• wyjaśnia rolę enzymów w komórce • wymienia cechy enzymów • wymienia czynniki wpływające na szybkość reakcji enzymatycznych • definiuje pojęcie *szlak metaboliczny*	• wyjaśnia mechanizm działania enzymów • zapisuje równanie reakcji enzymatycznej • charakteryzuje szlak metaboliczny liniowy i cykliczny • wyjaśnia, na czym polega model regulacji aktywności enzymów zwany ujemnym sprzężeniem zwrotnym	• omawia budowę enzymów • wyjaśnia mechanizm tworzenia kompleksu enzym–substrat • wyjaśnia, w jaki sposób na szybkość reakcji enzymatycznych wpływają: stężenie substratu, temperatura, pH, stężenie soli, stężenie enzymu, aktywatory i inhibitory • porównuje mechanizm inhibicji kompetycyjnej i niekompetycyjnej • omawia sposoby regulacji przebiegu szlaków metabolicznych • omawia przebieg ubikwitynozależnej degradacji białek	• porównuje modele powstawania kompleksu enzym–substrat • porównuje mechanizm działania inhibitorów hamujących enzymy nieodwracalnie i odwracalnie • omawia zasady nazewnictwa i klasyfikacji enzymów • wyjaśnia mechanizm aktywacji proenzymu na przykładzie pepsyny • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie wpływu temperatury na aktywność dehydrogenazy w bulwach ziemniaka
	3	Autotroficzne odżywianie się organizmów – fotosynteza	• porównuje wykorzystanie energii przez autotrofy i heterotrofy	• porównuje fotosyntezę zachodzącą w komórkach roślin z fotosyntezą	• omawia budowę cząsteczki chlorofilu • uzasadnia stosowanie	• porównuje barwniki roślinne • omawia budowę i funkcje

			• wyjaśnia ogólny przebieg fotosyntezy • wymienia produkty i substraty fotosyntezy • wymienia etapy fotosyntezy i określa ich dokładną lokalizację w komórce • charakteryzuje etapy fotosyntezy • wymienia etapy cyklu Calvina • wyjaśnia znaczenie fotosyntezy dla organizmów żyjących na Ziemi	zachodzącą w komórkach bakterii zielonych i purpurowych • wyjaśnia rolę chlorofilu i dodatkowych barwinków fotosyntetycznych w przebiegu fotosyntezy • wymienia substraty i produkty fazy fotosyntezy zależnej i niezależnej od światła • wyjaśnia związek między fazą fotosyntezy zależną od światła a fazą fotosyntezy niezależną od światła	wobec niektórych grup roślin następującego nazewnictwa: rośliny typu C_3, rośliny typu C_4, rośliny typu CAM • omawia przebieg poszczególnych etapów cyklu Calvina • omawia przebieg fotosyntezy u roślin typu C_4 • porównuje przebieg fotosyntezy u roślin typu C_3 i C_4 • omawia przebieg fotosyntezy u roślin typu CAM	fotosystemów I i II • określa warunki, przebieg oraz efekty fosforylacji fotosyntetycznej cyklicznej i niecyklicznej • omawia budowę i działanie syntazy ATP • porównuje budowę anatomiczną liścia rośliny typu C_3 i typu C_4 • określa przyczyny i skutki fotooddychania
	4	Czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy	• wymienia czynniki zewnętrzne i wewnętrzne wpływające na intensywność procesu fotosyntezy	• wyjaśnia różnice między roślinami światłolubnymi a cieniolubnymi • analizuje rozmieszczenie chloroplastów w komórkach miękiszu w zależności od warunków świetlnych	• omawia wpływ czynników zewnętrznych na intensywność procesu fotosyntezy • analizuje na wykresach wpływ natężenia światła, stężenia dwutlenku węgla i wysokości temperatury na intensywność fotosyntezy	• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie wpływu natężenia światła, stężenia dwutlenku węgla i wysokości temperatury na intensywność fotosyntezy
	5	Przebieg chemosyntezy	• definiuje pojęcie *chemosynteza* • wymienia przykłady organizmów, u których zachodzi chemosynteza	• wyjaśnia, na czym polega chemosynteza • omawia znaczenie chemosyntezy	• omawia przebieg pierwszego i drugiego etapu chemosyntezy	• porównuje fotosyntezę z chemosyntezą
	6	Oddychanie tlenowe	• definiuje pojęcie *oddychanie komórkowe* • zapisuje reakcję oddychania komórkowego • określa znaczenie oddychania komórkowego dla funkcjonowania organizmu	• uzasadnia, że oddychanie komórkowe ma charakter kataboliczny • wymienia organizmy oddychające tlenowo • omawia czynniki wpływające na intensywność tlenowego	• określa produkty i substraty etapów oddychania tlenowego • omawia przebieg poszczególnych etapów oddychania tlenowego • przedstawia bilans energetyczny oddychania	• porównuje zysk energetyczny etapów oddychania tlenowego • planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie wydzielania dwutlenku węgla przez kiełkujące nasiona

			• wymienia etapy oddychania tlenowego • wymienia czynniki wpływające na intensywność oddychania tlenowego	oddychania komórkowego • lokalizuje etapy oddychania tlenowego w mitochondrium	tlenowego	• planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie wydzielania ciepła przez nasiona
	7	Procesy beztlenowego uzyskiwania energii	• definiuje pojęcia: *oddychanie beztlenowe, fermentacja* • wymienia organizmy przeprowadzające oddychanie beztlenowe i fermentację	• wyjaśnia różnicę między oddychanie beztlenowym a fermentacją • określa lokalizację fermentacji w komórce i ciele człowieka • nazywa etapy fermentacji • omawia wykorzystanie fermentacji w życiu człowieka	• omawia przebieg poszczególnych etapów fermentacji • określa zysk energetyczny procesów beztlenowych • określa warunki, w których zachodzi fermentacja	• analizuje przebieg fermentacji alkoholowej i mlekowej • porównuje oddychanie tlenowe, beztlenowe i fermentację • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie wydzielania dwutlenku węgla podczas fermentacji alkoholowej
	8	Inne ważne procesy metaboliczne	• wymienia substraty energetyczne oddychania komórkowego inne niż glukoza • wymienia zbędne produkty katabolicznych przemian węglowodanów, tłuszczów i białek oraz drogi ich usuwania z organizmu	• definiuje pojęcia: *glukoneogeneza, glikogenoliza, deaminacja* • wyjaśnia, na czym polega cykl mocznikowy • określa lokalizację cyklu mocznikowego i glukoneogenezy w organizmie człowieka	• omawia przebieg glukoneogenezy • omawia przebieg β-oksydacji • omawia przebieg przemian białek • charakteryzuje cykl mocznikowy	• omawia przebieg rozkładu białek, cukrów i tłuszczów • określa znaczenie acetylokoenzymu A w przebiegu różnych szlaków metabolicznych • wyjaśnia, dlaczego jony NH_4^+ muszą być transportowane z pominięciem płynów ustrojowych
Organizm człowieka. Skóra – powłoka ciała	9	Organizm człowieka jako funkcjonalna całość	• definiuje pojęcia: *komórka, tkanka, narząd, układ narządów, organizm* • wymienia układy narządów	• definiuje pojęcia: *homeostaza, sprzężenie zwrotne* • wymienia główne funkcje układów narządów • wymienia parametry istotne w utrzymaniu homeostazy • rozróżnia mechanizmy	• dowodzi, że ciało człowieka stanowi wielopoziomową strukturę • uzasadnia, że człowiek jest organizmem stałocieplnym • omawia mechanizm regulacji temperatury ciała człowieka • omawia mechanizm regulacji ciśnienia krwi	• wyjaśnia zależności pomiędzy poszczególnymi układami narządów • wykazuje współdziałanie narządów człowieka w utrzymaniu homeostazy

				obronne organizmu przed wychłodzeniem i przegrzaniem		
	10	Budowa i funkcje skóry	• wymienia warstwy skóry • wymienia funkcje skóry • wymienia wytwory naskórka • nazywa poszczególne elementy skóry	• wyjaśnia, jakie znaczenie ma skóra w termoregulacji • charakteryzuje gruczoły skóry	• uzasadnia zależność między budową skóry a jej funkcjami • opisuje funkcje poszczególnych wytworów naskórka	• porównuje poszczególne warstwy skóry pod względem budowy i funkcji • planuje doświadczenia mające na celu ocenę wrażliwości dotykowej różnych okolic ciała i odczuwania temperatury
	11	Choroby i higiena skóry	• wymienia choroby skóry • wymienia czynniki chorobotwórcze będące przyczynami chorób skóry • wyjaśnia, na czym polega profilaktyka chorób skóry	• wyjaśnia konieczność dbania o skórę • wymienia zasady higieny skóry • klasyfikuje i charakteryzuje choroby skóry	• wyjaśnia, czym są alergie, grzybice i oparzenia • omawia zaburzenia funkcjonowania gruczołów • omawia przyczyny zachorowania na czerniaka złośliwego, diagnostykę, sposób leczenia i profilaktykę tej choroby	• ocenia wpływ promieniowania słonecznego na skórę • uzasadnia, że czerniak złośliwy jest chorobą współczesnego świata
Aparat ruchu	12	Ogólna budowa i funkcje szkieletu	• rozróżnia część czynną i bierną aparatu ruchu • wymienia funkcje szkieletu • podaje nazwy głównych kości tworzących szkielet człowieka	• rozpoznaje elementy szkieletu osiowego, szkieletu obręczy i kończyn • opisuje strukturę kości długiej • rozróżnia kości ze względu na ich kształt	• wyjaśnia związek między budową kości a jej właściwościami mechanicznymi • omawia zmiany zachodzące w szkielecie podczas wzrostu i rozwoju człowieka • porównuje tkankę kostną z tkanką chrzęstną	• porównuje budowę szkieletu noworodka z budową szkieletu osoby dorosłej • wymienia czynniki wpływające na przebudowę kości • określa, jakie właściwości kości wynikają z budowy tkankowej
	13	Rodzaje połączeń kości	• wymienia rodzaje połączeń ścisłych i ruchomych kości	• identyfikuje typy połączeń kości na szkielecie i podaje ich przykłady • omawia budowę stawu	• charakteryzuje połączenia kości • rozpoznaje rodzaje stawów • omawia funkcje poszczególnych elementów budowy stawu	• porównuje różne rodzaje stawów ze względu na zakres wykonywanych ruchów i kształt powierzchni stawowych
	14	Elementy szkieletu	• wymienia elementy	• rozpoznaje kości	• charakteryzuje funkcje	• omawia rolę chrząstek

			szkieletu osiowego i ich funkcje • wymienia kości budujące klatkę piersiową • nazywa odcinki kręgosłupa • wymienia kości obręczy barkowej i obręczy miedniczej • wymienia kości kończyny górnej i kończyny dolnej	trzewioczaszki i mózgoczaszki • rozpoznaje kości klatki piersiowej • rozróżnia odcinki kręgosłupa • rozpoznaje kości obręczy barkowej i obręczy miedniczej • rozpoznaje kości kończyny górnej i kończyny dolnej	szkieletu osiowego • wyjaśnia związek między budową czaszki a pełnionymi przez czaszkę funkcjami • porównuje budowę kończyny górnej z budową kończyny dolnej • wyjaśnia znaczenie zatok przynosowych • nazywa krzywizny kręgosłupa i określa ich znaczenie • wykazuje związek budowy odcinków kręgosłupa z pełnioną funkcją • wykazuje związek budowy kończyn z pełnioną przez nie funkcją	w budowie klatki piersiowej • wskazuje różnice między budową czaszki noworodka a budową czaszki dorosłego człowieka • rozpoznaje kręgi pochodzące z różnych odcinków kręgosłupa • wskazuje elementy kręgu • klasyfikuje żebra • porównuje miednicę kobiety z miednicą mężczyzny
	15	Budowa i funkcjonowanie układu mięśniowego	• wyjaśnia, na czym polega praca mięśni • wymienia elementy budowy tkanki mięśniowej • wymienia rodzaje tkanek mięśniowych • omawia budowę tkanek mięśniowych • wyjaśnia, na czym polega antagonistyczne działanie mięśni • wymienia źródła energii potrzebnej do skurczu mięśnia	• rozpoznaje rodzaje tkanek mięśniowych • porównuje rodzaje tkanek mięśniowych pod względem budowy i funkcji • rozpoznaje najważniejsze mięśnie szkieletowe • określa funkcje mięśni szkieletowych wynikające z ich położenia • omawia budowę sarkomeru • wyjaśnia, na czym polega mechanizm powstawania skurczu mięśnia szkieletowego • określa, w jakich warunkach w mięśniach	• omawia budowę makroskopową i mikroskopową mięśnia szkieletowego • wykazuje związek budowy tkanki mięśniowej z funkcją pełnioną przez tę tkankę • analizuje kolejne etapy skurczu mięśnia • omawia warunki prawidłowej pracy mięśni • omawia przemiany biochemiczne zachodzące podczas długotrwałej pracy mięśnia • analizuje przemiany kwasu mlekowego • porównuje rodzaje skurczów mięśni	• wyróżnia rodzaje mięśni ze względu na wykonywane czynności • wyjaśnia, na czym polega synergistyczne działanie mięśni • uzasadnia, że mięśnie szkieletowe mają budowę hierarchiczną • określa rolę mioglobiny • porównuje mięśnie czerwone z mięśniami białymi

				powstaje deficyt tlenowy		
	16	Choroby i higiena aparatu ruchu	• określa prawidłową postawę ciała • rozpoznaje wady postawy • wymienia przyczyny powstawania wad postawy • nazywa wady kręgosłupa i stóp • wymienia choroby aparatu ruchu • uzasadnia korzystne znaczenie ćwiczeń fizycznych dla zdrowia	• rozróżnia urazy mechaniczne • wymienia cechy prawidłowej postawy ciała • wskazuje metody zapobiegania wadom kręgosłupa • charakteryzuje choroby aparatu ruchu • wymienia środki dopingujące	• charakteryzuje urazy mechaniczne aparatu ruchu i omawia ich skutki • omawia skutki i przyczyny wad kręgosłupa • omawia przyczyny i skutki płaskostopia • omawia przyczyny, sposób diagnozowania i leczenia osteoporozy • omawia skutki przetrenowania • przewiduje skutki stosowania dopingu w sporcie	• omawia sposoby zapobiegania osteoporozie • wskazuje przyczyny zmian w układzie ruchu na skutek osteoporozy • przewiduje skutki niewłaściwego wykonywania ćwiczeń fizycznych • omawia działanie wybranych grup środków dopingujących • omawia techniki i substancje przyspieszające naturalne procesy fizjologiczne podczas transfuzji krwi i EPO
Układ pokarmowy	17	Budulcowe i energetyczne składniki pokarmowe	• wymienia składniki pokarmowe • wymienia produkty spożywcze bogate w poszczególne składniki pokarmowe • wymienia funkcje poszczególnych składników pokarmowych	• rozróżnia składniki budulcowych i energetycznych • omawia rolę składników pokarmowych w organizmie • definiuje pojęcia: *aminokwasy egzogenne*, *NNKT* • wymienia kryteria podziału węglowodanów • wyjaśnia znaczenie błonnika pokarmowego w diecie	• porównuje pokarmy pełno- i niepełnowartościowe • wskazuje czynniki decydujące o wartości odżywczej pokarmów • podaje przykłady aminokwasów endo- i egzogennych • klasyfikuje węglowodany • charakteryzuje dobowe zapotrzebowanie osoby dorosłej na składniki odżywcze	• przewiduje skutki diety wegańskiej • porównuje wartość energetyczną białek, węglowodanów i tłuszczów • porównuje zawartość białek w poszczególnych produktach • przewiduje skutki niedoboru i nadmiaru poszczególnych składników odżywczych
	18	Rola witamin w diecie	• definiuje pojęcia: *witamina*, *prowitamina*, *hiperwitaminoza*, *hipowitaminoz*a i *awitaminoza* • wymienia witaminy	• wyjaśnia zasady klasyfikacji i nazewnictwa witamin • wymienia źródła witamin rozpuszczalnych w tłuszczach i w wodzie	• wymienia przyczyny niedoboru i nadmiaru wybranych witamin w organizmie człowieka • wymienia skutki niedoboru i nadmiaru	• wyjaśnia, jakie znaczenie mają antywitaminy i składnikiantyodżywcze • podaje przykłady antywitamin i składników antyodżywczych

			rozpuszczalne w tłuszczach i witaminy rozpuszczalne w wodzie • wymienia główne źródła witamin	• omawia funkcje witamin rozpuszczalnych w wodzie i w tłuszczach • wymienia przyczyny awitaminozy i hipowitaminozy	wybranych witamin w organizmie człowieka	
	19	Rola wody i soli mineralnych w organizmie	• wymienia funkcje wody • omawia istotę bilansu wodnego organizmu • wskazuje źródła składników mineralnych organizmu • omawia znaczenie składników mineralnych	• charakteryzuje funkcje składników mineralnych występujących w organizmie • ocenia znaczenie wody dla organizmu • klasyfikuje pierwiastki na makro- i mikroelementy	• uzasadnia związek między właściwościami wody a pełnionymi funkcjami • wyjaśnia, na czym polega mechanizm regulacji bilansu wodnego człowieka • omawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów • omawia objawy niedoboru wybranych makro- i mikroelementów	• analizuje zależności między uwodnieniem organizmu a tempem metabolizmu
	20	Budowa i funkcje układu pokarmowego	• dzieli układ pokarmowy na przewód pokarmowy i gruczoły trawienne • wymienia odcinki przewodu pokarmowego i podaje nazwy gruczołów trawiennych • omawia podstawowe funkcje jamy ustnej, gardła, przełyku i żołądka • wyjaśnia, na czym polegają funkcje języka i gardła w procesie połykania pokarmu • omawia funkcje dwunastnicy • omawia funkcje wątroby i trzustki • omawia funkcje jelita cienkiego i jelita grubego • wskazuje miejsca	• wyjaśnia, na czym polega trawienie pokarmów • porównuje uzębienie mleczne z uzębieniem stałym • omawia proces trawienia zachodzący w jamie ustnej • wyjaśnia, jaką rolę odgrywa ślina • omawia proces trawienia w żołądku • wymienia odcinki jelita cienkiego • omawia budowę wątroby • wymienia składniki soku trzustkowego oraz jelitowego • wyjaśnia, jakie	• omawia budowę zęba • omawia funkcję nagłośni w procesie połykania pokarmu • charakteryzuje funkcje gruczołów błony śluzowej żołądka • wyjaśnia rolę żółci • charakteryzuje układ wrotny wątroby • omawia działanie enzymów trzustkowych i jelitowych • omawia budowę kosmków jelitowych • analizuje mechanizm wchłaniania składników pokarmowych • uzasadnia, że występowanie bakterii w jelicie grubym ma duże	• porównuje przekroje ścian odcinków przewodu pokarmowego • omawia sposób regulacji funkcjonowania układu pokarmowego • charakteryzuje przemiany składników odżywczych w układzie pokarmowym • wyjaśnia znaczenie gastryny i enterogastronu

			wchłaniania pokarmu	znaczenie mają kosmki jelitowe	znaczenie dla organizmu	
	21	Higiena i choroby układu pokarmowego	• wymienia najczęstsze choroby układu pokarmowego • podaje sposoby zapobiegania chorobom układu pokarmowego • wymienia przyczyny otyłości i zaburzeń łaknienia • wymienia główne choroby pasożytnicze układu pokarmowego • wskazuje sposoby unikania chorób pasożytniczych układu pokarmowego	• wyjaśnia, na czym polega dieta pełnowartościowa • wymienia czynniki decydujące o zapotrzebowaniu energetycznym organizmu • wyjaśnia, w jaki sposób oblicza się BMI • przedstawia sposoby uniknięcia otyłości • wymienia przyczyny i objawy chorób pasożytniczych układu pokarmowego	• omawia sposoby leczenia otyłości • podaje objawy choroby wrzodowej, kamicy żółciowej i celiakii • charakteryzuje najczęstsze choroby układu pokarmowego • wymienia zagrożenia wynikające z otyłości i zaburzeń odżywiania (anoreksji i bulimii) • podaje nazwy organizmów wywołujących choroby pasożytnicze układu pokarmowego	• rozpoznaje choroby układu pokarmowego na podstawie charakterystycznych objawów • omawia metody diagnostyki chorób układu pokarmowego
Układ oddechowy	22	Budowa i funkcjonowanie układu oddechowego	• wymienia elementy układu oddechowego człowieka • dzieli elementy układu oddechowego człowieka na drogi oddechowe i płuca • charakteryzuje funkcje poszczególnych elementów układu oddechowego człowieka	• omawia funkcje głośni i nagłośni • omawia związek między budową a funkcją płuc	• wyjaśnia zależności między budową poszczególnych odcinków układu oddechowego a funkcjami tych odcinków • omawia powstawanie głosu	• wyjaśnia funkcję zatok przynosowych • wymienia czynniki decydujące o wysokości i natężeniu głosu • wyjaśnia, na czym polega różnica w budowie krtani kobiety i budowie krtani mężczyzny
	23	Wentylacja i wymiana gazowa	• charakteryzuje istotę procesu oddychania • rozróżnia wymianę gazową i oddychanie komórkowe • wyjaśnia, na czym polega wymiana gazowa • wyjaśnia znaczenie mięśni w wentylacji płuc • wymienia czynniki wpływające na liczbę	• porównuje mechanizm wdechu z mechanizmem wydechu • wskazuje lokalizację ośrodka oddechowego • omawia mechanizm wymiany gazowej zewnętrznej i wewnętrznej • omawia rolę krwi w transporcie gazów	• charakteryzuje rolę opłucnej • porównuje składy powietrza: atmosferycznego, pęcherzykowego i wydychanego • oblicza pojemność życiową płuc • wskazuje czynniki decydujące o stopniu	• uzasadnia związek między budową a rolą hemoglobiny w transporcie gazów • porównuje wiązanie tlenu przez hemoglobinę i mioglobinę • omawia mechanizm regulacji częstości oddechów • omawia związek między

			oddechów	oddechowych • wyjaśnia przyczyny dużego zapotrzebowania mięśni na tlen	wysycenia hemoglobiny tlenem • wymienia postacie w jakich transportowany jest dwutlenek węgla • wyjaśnia znaczenie mioglobiny w mięśniach	ciśnieniem atmosferycznym a wymianą gazową • przewiduje skutki wpływu zbyt niskiego i zbyt wysokiego ciśnienia na prawidłowe funkcjonowanie organizmu
	24	Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego	• wymienia czynniki wpływające na jakość wdychanego powietrza • wymienia główne przyczyny chorób układu oddechowego • wymienia choroby układu oddechowego	• klasyfikuje rodzaje zanieczyszczeń powietrza • charakteryzuje choroby układu oddechowego • wskazuje sposoby zapobiegania chorobom układu oddechowego • omawia skutki palenia tytoniu	• wyjaśnia zależność między występowaniem chorób dróg oddechowych a stanem wdychanego powietrza • omawia sposoby na uniknięcie chorób układu oddechowego	• przewiduje skutki chorób układu oddechowego • omawia sposoby diagnozowania i leczenia astmy
Układ krążenia	25	Skład i funkcje krwi	• wymienia składniki krwi • omawia podstawowe funkcje krwi • wyjaśnia, na jakiej podstawie określa się grupę krwi	• wskazuje cechy krwi warunkujące zapewnienie homeostazy • rozpoznaje elementy morfotyczne krwi • porównuje elementy komórkowe krwi pod względem budowy • wymienia składniki osocza i ich funkcje • definiuje pojęcie *aglutynacja* • rozróżnia grupy krwi • wyjaśnia zasady transfuzji krwi	• definiuje pojęcie *hematokryt* • klasyfikuje składniki krwi • porównuje składniki krwi pod względem pełnionych przez nie funkcji • podaje zasady podziału leukocytów • analizuje proces krzepnięcia krwi • charakteryzuje grupy krwi • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do konfliktu serologicznego w zakresie Rh	• interpretuje wyniki badania krwi • uzasadnia związek między cechami elementów morfotycznych krwi a funkcjami pełnionymi przez te elementy • przewiduje skutki krzepnięcia krwi wewnątrz naczyń • przewiduje skutki utraty zbyt dużej ilości krwi • wyjaśnia, na czym polega próba krzyżowa
	26	Budowa i funkcje układu krwionośnego	• nazywa elementy układu krążenia • porównuje tętnice z żyłami pod względem budowy i pełnionych funkcji • rozróżnia krwiobieg duży i	• wyjaśnia, jaką rolę pełnią zastawki w żyłach • rozróżnia typy sieci naczyń krwionośnych • rozróżnia rodzaje naczyń krwionośnych	• wyjaśnia związek między budową naczyń krwionośnych a ich funkcjami • porównuje krwiobieg duży z krwiobiegiem małym pod	• charakteryzuje typy sieci naczyń krwionośnych • analizuje, w jaki sposób przepływa krew w żyłach

			krwiobieg mały	• omawia przepływ krwi w krwiobiegu dużym i krwiobiegu małym	względem pełnionych funkcji	
	27	Serce	• wymienia cechy charakterystyczne serca człowieka • określa położenie serca • wymienia główne części serca • rozpoznaje główne części serca • wyjaśnia znaczenie naczyń wieńcowych dla pracy serca	• wyjaśnia rolę zastawek w funkcjonowaniu serca • wyjaśnia, czym jest tętno • wykonuje pomiar tętna • wykonuje pomiar ciśnienia krwi • ocenia znaczenie badań diagnostycznych pracy serca • wymienia czynniki wpływające na przyspieszenie pracy serca	• rozróżnia zastawki w sercu • charakteryzuje mechanizm automatyzmu serca • określa rolę, jaką w pracy serca odgrywa worek osierdziowy • omawia cykl pracy serca • interpretuje wyniki pomiarów tętna • interpretuje wyniki pomiaru ciśnienia krwi	• omawia budowę układu przewodzącego serca • omawia różnicę w wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego • charakteryzuje mechanizm regulacji pracy serca • omawia sposób regulacji ciśnienia krwi w naczyniach
	28	Układ limfatyczny	• wymienia elementy układu limfatycznego • wymienia funkcje układu limfatycznego • określa funkcje limfy	• określa funkcje narządów wchodzących w skład układu limfatycznego • wymienia cechy naczyń limfatycznych • wyjaśnia, jakie znaczenie ma układ krążenia w utrzymaniu homeostazy	• charakteryzuje narządy układu limfatycznego • porównuje naczynia limfatyczne i żyły pod względem budowy • omawia skład i rolę limfy • porównuje układ krwionośny z układem limfatycznym	• ocenia znaczenie prawidłowego funkcjonowania narządów tworzących układ limfatyczny • omawia sposób powstawania limfy • uzasadnia, że układ krwionośny i układ limfatyczny stanowią integralną całość
	29	Choroby układu krążenia	• wymienia choroby układu krążenia • wymienia sposoby zapobiegania chorobom układu krążenia	• wymienia przyczyny chorób układu krążenia • wyjaśnia, na czym polega niewydolność układu krążenia	• charakteryzuje choroby układu krążenia • omawia wady nabyte i wady wrodzone serca	• rozróżnia objawy chorób układu krążenia • omawia sposoby leczenia chorób układu krążenia
Obrona immuno-logiczna organizmu	30	Budowa i funkcjonowanie układu odpornościowego	• definiuje pojęcie *antygen* • wymienia elementy układu odpornościowego • nazywa komórki biorące udział w reakcjach odpornościowych	• wymienia naturalne bariery ochronne • porównuje odporność nieswoistą z odpornością swoistą • definiuje pojęcie *główny*	• charakteryzuje komórki, tkanki i narządy układu odpornościowego • wyjaśnia znaczenie mediatorów układu odpornościowego	• charakteryzuje poszczególne klasy immunoglobulin • omawia znaczenie antygenów zgodności tkankowej w prawidłowym

			• wymienia podstawowe reakcje obronne organizmu • omawia rolę przeciwciał • definiuje pojęcie *pamięć immunologiczna* • wyjaśnia znaczenie szczepień ochronnych • omawia rodzaje odporności swoistej	*układ zgodności tkankowej (MHC)* • omawia znaczenie antygenów zgodności tkankowej w transplantacjach • podaje przyczyny konfliktu serologicznego • wymienia etapy odpowiedzi immunologicznej • wyjaśnia, na czym polega humoralna i komórkowa odpowiedź immunologiczna • rozróżnia rodzaje odporności swoistej	• definiuje pojęcie *autoantygen* • charakteryzuje specyfikę działania limfocytów T i limfocytów B • omawia kolejne etapy odpowiedzi immunologicznej • wyjaśnia znaczenie pamięci immunologicznej • porównuje humoralną odpowiedź immunologiczną z komórkową odpowiedzią immunologiczną • porównuje pierwotną odpowiedź immunologiczną z wtórną odpowiedzią immunologiczną	funkcjonowaniu układu odpornościowego • omawia budowę przeciwciała • uzasadnia, że reakcja zapalna jest odpowiedzią organizmu na infekcję lub uraz
	31	Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego	• wymienia choroby autoimmunizacyjne • wymienia sposoby zakażenia wirusem HIV • wyjaśnia, że alergia jest stanem nadwrażliwości organizmu	• charakteryzuje choroby autoimmunizacyjne • charakteryzuje przebieg zakażenia wirusem HIV • omawia profilaktykę AIDS • podaje przyczyny alergii • wymienia podstawowe zasady, których należy przestrzegać przy przeszczepach	• wymienia przyczyny nieprawidłowych reakcji odpornościowych • charakteryzuje budowę wirusa HIV • omawia metody diagnostyki AIDS • omawia mechanizm powstawania reakcji alergicznej • charakteryzuje zasady przeszczepiania tkanek i narządów	• dowodzi, że AIDS jest chorobą układu odpornościowego • omawia sposoby leczenia AIDS • omawia działanie histaminy
Układ wydalniczy	32	Budowa i funkcjonowanie układu wydalniczego	• definiuje pojęcia: *wydalanie, defekacja* • wymienia funkcje układu wydalniczego • wymienia zbędne produkty metabolizmu • wskazuje na planszy lub	• charakteryzuje narządy układu wydalniczego • omawia budowę anatomiczną nerki • wymienia drogi wydalania zbędnych produktów przemiany	• omawia rolę układu wydalniczego w utrzymaniu homeostazy • omawia budowę i funkcje nefronu • charakteryzuje etapy powstawania moczu	• omawia mechanizm wydalania moczu • analizuje regulację objętości wydalanego moczu • analizuje wpływ hormonów na

			modelu elementy układu wydalniczego i nazywa te elementy • nazywa etapy powstawania moczu • wymienia składniki moczu ostatecznego	materii • podaje miejsca powstawania moczu pierwotnego i moczu ostatecznego • wymienia czynniki wpływająca na objętość wydalanego moczu	• porównuje mocz pierwotny z moczem ostatecznym pod względem ilości i składu	funkcjonowanie nerek • charakteryzuje wewnątrzwydzielniczą funkcję nerek
	33	Choroby układu wydalniczego	• wymienia najczęstsze choroby układu wydalniczego • wymienia przyczyny chorób układu wydalniczego	• wymienia cechy moczu zdrowego człowieka • wymienia składniki zawarte w moczu, które mogą wskazywać na chorobę lub uszkodzenie nerek • omawia zasady higieny układu wydalniczego	• charakteryzuje najczęstsze choroby układu wydalniczego • ocenia znaczenie dializy • charakteryzuje niewydolność nerek jako chorobę współczesnego świata	• dowodzi znaczenia badań moczu w diagnostyce chorób nerek • rozpoznaje objawy chorób układu wydalniczego • wyjaśnia, na czym polegają hemodializa i dializa otrzewnowa
Układ nerwowy	34	Budowa i funkcje układu nerwowego	• wymienia elementy układu nerwowego • wymienia funkcje układu nerwowego • definiuje pojęcia: *neuron*, *potencjał spoczynkowy*, *potencjał czynnościowy*, *bodziec progowy* • rozróżnia podstawowe elementy neuronu • opisuje działanie synapsy chemicznej	• omawia ogólną budowę układu nerwowego • porównuje dendryty z aksonami • rozróżnia neurony pod względem funkcjonalnym • wyjaśnia znaczenie pojęcia *pobudliwość nerwowa* • rozróżnia potencjał spoczynkowy i potencjał czynnościowy • charakteryzuje budowę synapsy • omawia rolę neuroprzekaźników • wymienia czynniki wpływające na szybkość przewodzenia impulsu	• charakteryzuje elementy neuronu • wymienia rodzaje i funkcje komórek glejowych • wyjaśnia, na czym polegają pobudliwość i przewodnictwo komórek nerwowych • wyjaśnia znaczenie pompy sodowo-potasowej • wyjaśnia, na czym polegają: polaryzacja, depolaryzacja i repolaryzacja • omawia proces przekazywania impulsów między komórkami	• porównuje budowę neuronu z budową innych komórek • wyjaśnia, na czym polega okres refrakcji • porównuje funkcjonowanie synapsy chemicznej z funkcjonowaniem synapsy elektrycznej • klasyfikuje neuroprzekaźniki
	35	Ośrodkowy układ nerwowy	• wymienia elementy ośrodkowego układu nerwowego	• omawia rozwojowy i kliniczny podział mózgowia	• charakteryzuje poszczególne części mózgowia	• porównuje funkcje półkul mózgu • porównuje mózg i rdzeń

			• określa położenie elementów ośrodkowego układu nerwowego • wymienia elementy chroniące struktury ośrodkowego układu nerwowego	• omawia rolę poszczególnych części mózgowia • rozróżnia płaty i ośrodki w korze mózgowej • omawia budowę rdzenia kręgowego • porównuje położenie istoty szarej i istoty białej w mózgowiu i rdzeniu kręgowym	• omawia funkcje układu limbicznego • podaje skład płynu mózgowo-rdzeniowego • charakteryzuje funkcje płynu mózgowo-rdzeniowego • omawia budowę i role opon mózgowia i opon rdzenia	kręgowy pod względem budowy i pełnionych funkcji • omawia budowę układu limbicznego • wyjaśnia znaczenie bariery krew–mózg
	36	Obwodowy układ nerwowy	• charakteryzuje elementy obwodowego układu nerwowego • definiuje pojęcia: *łuk odruchowy*, *odruch* • wymienia elementy łuku odruchowego	• omawia budowę nerwu • rozróżnia nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe • charakteryzuje elementy łuku odruchowego • wymienia przykłady odruchów warunkowych i bezwarunkowych	• analizuje przekazywanie impulsu w łuku odruchowym • porównuje odruchy warunkowe z odruchami bezwarunkowymi • klasyfikuje rodzaje odruchów • wyjaśnia, na czym polega klasyczny odruch warunkowy • charakteryzuje rodzaje pamięci	• omawia doświadczenia Iwana Pawłowa • wyjaśnia, w jaki sposób powstaje instrumentalny odruch warunkowy • dowodzi znaczenia odruchów warunkowych w uczeniu się • omawia sposób, w jaki przebiegają informacje przez różne rodzaje pamięci
	37	Autonomiczny układ nerwowy	• klasyfikuje części układu nerwowego pod względem funkcjonalnym • wymienia cechy budowy poszczególnych części układu autonomicznego	• rozróżnia somatyczny i autonomiczny układ nerwowy • charakteryzuje funkcje układu autonomicznego	• porównuje część współczulną autonomicznego układu nerwowego z częścią przywspółczulną tego układu pod względem budowy i funkcji	• uzasadnia, że obie części układu autonomicznego wykazują antagonizm czynnościowy
	38	Higiena i choroby układu nerwowego	• definiuje pojęcia: *stres*, *stresor* • wymienia przykłady sytuacji wywołujących reakcję stresową • wymienia następstwa długotrwałego stresu • wymienia przyczyny	• wyjaśnia, czym są emocje • wymieniaobjawy stresu • określa wpływ stresu na funkcjonowanie narządów • dowodzi, że depresja jest chorobą współczesnego świata	• omawia przebieg reakcji stresowej • omawia neurologiczne podłoże depresji • omawia sposoby diagnostyki i leczenia depresji • wyjaśnia, na czym polega	• dowodzi, że długotrwały stres stanowi zagrożenie dla homeostazy • dowodzi, że nerwice są chorobami cywilizacyjnymi • rozróżnia rodzaje nerwic • analizuje fazy stresu

			depresji • proponuje działania profilaktyczne zmniejszające ryzyko wystąpienia depresji • podaje przykłady chorób neurologicznych • wymienia przykłady rytmów biologicznych człowieka	• podaje sposoby zmniejszania ryzyka powstawania uzależnień • wymienia fazy snu • ocenia znaczenie snu dla prawidłowego funkcjonowania organizmu • wyjaśnia, czym są rytmy biologiczne	mechanizm powstawania uzależnienia • dowodzi, że uzależnienie to choroba układu nerwowego • charakteryzuje wybrane choroby neurologiczne • omawia dobowy rytm snu i czuwania	• wyjaśnia, że uzależnienie jest chorobą układu kary i układu nagrody • porównuje fazy snu NREM i REM
Narządy zmysłów	39	Budowa i działanie narządu wzroku	• wymienia elementy narządu wzroku • określa funkcje elementów narządu wzroku • opisuje drogę światła i impulsu nerwowego prowadzącą do powstania wrażeń wzrokowych • wymienia przykłady chorób i wad wzroku • wskazuje podstawowe zasady higieny wzroku	• wymienia funkcje aparatu ochronnego i aparatu ruchowego oka • omawia budowę anatomiczną gałki ocznej • wymienia cechy obrazu powstającego na siatkówce • wyjaśnia, na czym polega akomodacja oka • wymienia przyczyny wad wzroku • omawia sposoby korygowania wad wzroku	• określa funkcje elementów gałki ocznej • porównuje pręciki z czopkami • omawia mechanizm widzenia • uzasadnia, że jaskra jest chorobą współczesnego świata	• uzasadnia znaczenie widzenia dwuocznego • analizuje przemiany rodopsyny • analizuje przetwarzanie informacji wzrokowej • charakteryzuje wybrane choroby wzroku • omawia przyczyny, diagnostykę, leczenie i profilaktykę jaskry
	40	Ucho – narząd słuchu i równowagi	• wymienia elementy narządu słuchu i równowagi • określa podstawowe funkcje elementów narządu słuchu i równowagi	• dowodzi szkodliwości hałasu • rozróżnia ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne • opisuje drogę fal dźwiękowych i impulsu nerwowego prowadzącą do powstania wrażeń słuchowych • omawia budowę błędnika	• charakteryzuje elementy narządu słuchu i równowagi pod względem budowy i pełnionych funkcji • omawia powstawanie wrażeń słuchowych i funkcjonowanie ślimaka • wyjaśnia zasadę działania narządu równowagi	• wykazuje, że receptory słuchu i równowagi to mechanoreceptory • wyjaśnia, od czego zależy wysokość i natężenie dźwięku • określa zakres częstotliwości dźwięku, na który reaguje ludzie ucho
	41	Narządy smaku oraz węchu	• wymienia chemoreceptory • wymienia funkcje	• wyjaśnia biologiczne znaczenie zmysłów smaku i węchu	• omawia budowę narządów smaku i węchu	• wykazuje związek między budową a funkcją narządów smaku i węchu

			narządów smaku i węchu	• wymienia pięć podstawowych smaków odczuwanych przez człowieka		
Układ hormonalny	42	Budowa i funkcje układu hormonalnego	• definiuje pojęcia: *hormon*, *gruczoł dokrewny* • wymienia przykłady hormonów tkankowych i hormonów miejscowych • wymienia gruczoły dokrewne • określa położenie gruczołów dokrewnych • wymienia nazwy hormonów przysadki • wymienia choroby wynikające z niedoboru i nadmiaru wybranych hormonów • charakteryzuje funkcje hormonów nadnerczy, trzustki i gonad	• rozróżnia hormony tkankowe i hormony miejscowe • charakteryzuje funkcje hormonów przysadki, tarczycy, przytarczyc i grasicy • porównuje skutki nadmiaru hormonu wzrostu ze skutkami jego niedoboru w różnych okresach życia • wymienia skutki cukrzycy • wyjaśnia, na czym polega antagonistyczne działania hormonów • podaje przykłady hormonów działających antagonistycznie	• klasyfikuje hormony ze względu na ich działanie • wyjaśnia, na czym polega działanie autokrynne, parakrynne, endokrynne i neurokrynne hormonów • omawia działanie wybranych hormonów tkankowych i hormonów miejscowych • omawia funkcje szyszynki • określa, jakie działania profilaktyczne należy podejmować w celu uniknięcia zachorowania na cukrzycę	• charakteryzuje choroby wynikające z zaburzeń funkcjonowania nadnerczy i trzustki • porównuje typy cukrzycy • omawia diagnostykę i sposób leczenia cukrzycy • porównuje działanie insuliny i glukagonu oraz kalcytoniny i parathormonu
	43	Regulacja wydzielania hormonów	• wyjaśnia znaczenie pojęcia *ujemne sprzężenie zwrotne* • wyjaśnia, jakie znaczenie mają hormony tropowe	• omawia mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego na przykładzie regulacji pracy tarczycy • wyjaśnia, na czym polega regulacyjna rola hormonów podwzgórza i przysadki • porównuje układ hormonalny z układem nerwowym	• omawia działanie hormonów podwzgórza • klasyfikuje hormony ze względu na ich budowę chemiczną • porównuje mechanizm działania hormonów białkowych z mechanizmem działania hormonów steroidowych	• dowodzi związku między układem dokrewnym a układem nerwowym w utrzymaniu homeostazy • wykazuje, że podwzgórze i przysadka odgrywają nadrzędną rolę regulacji hormonalnej
Rozmnażanie i rozwój człowieka	44	Budowa i funkcjonowanie męskich narządów rozrodczych	• wymienia elementy męskiego układu rozrodczego • wymienia funkcje męskich	• rozróżnia narządy zewnętrzne i wewnętrzne męskiego układu rozrodczego	• klasyfikuje męskie cechy płciowe na pierwszorzędowe, drugorzędowe i	• uzasadnia związek między budową a funkcją męskich narządów płciowych

			narządów płciowych • wymienia męskie cechy płciowe • definiuje pojęcie *spermatogeneza*	• rozpoznaje elementy męskiego układu rozrodczego • wymienia fazy spermatogenezy • omawia budowę plemnika • wyjaśnia znaczenie testosteronu	trzeciorzędowe • omawia budowę poszczególnych elementów męskiego układu rozrodczego • omawia przebieg spermatogenezy • określa funkcję poszczególnych elementów plemnika	• omawia skład nasienia
	45	Budowa i funkcjonowanie żeńskich narządów rozrodczych	• wymienia elementy żeńskiego układu rozrodczego • wymienia funkcje elementów żeńskiego układu rozrodczego • definiuje pojęcia: *oogeneza, cykl miesiączkowy* • wymienia fazy cyklu miesiączkowego	• rozróżnia narządy zewnętrzne i wewnętrzne żeńskiego układu rozrodczego • rozpoznaje elementy żeńskiego układu rozrodczego • wymienia fazy oogenezy • wyjaśnia znaczenie żeńskich hormonów płciowych	• omawia budowę poszczególnych elementów układu rozrodczego • charakteryzuje przebieg oogenezy • omawia zmiany zachodzące w błonie śluzowej macicy w czasie cyklu miesiączkowego • określa zmiany w jajniku w czasie cyklu miesiączkowego • omawia budowę oocytu II rzędu	• uzasadnia związek między budową a funkcją żeńskich narządów płciowych • wyjaśnia, na czym polega hormonalna regulacja cyklu miesiączkowego • porównuje oogenezę ze spermatogenezą
	46	Rozwój człowieka	• definiuje pojęcia: *zapłodnienie, implantacja* • wymienia etapy rozwoju zarodkowego • wymienia rodzaje błon płodowych • wymienia funkcje łożyska • wymienia fazy porodu • wymienia czynniki wpływające na przebieg rozwoju prenatalnego i postnatalnego • wymienia etapy rozwoju postnatalnego	• określa funkcje błon płodowych • omawia powstawanie łożyska • wyjaśnia znaczenie łożyska • wymienia przyczyny powstawania wad wrodzonych • ocenia znaczenie diagnostyki prenatalnej • charakteryzuje etapy rozwoju postnatalnego	• omawia przebieg zapłodnienia • charakteryzuje etapy rozwoju zarodkowego • charakteryzuje rozwój płodowy • omawia przebieg implantacji • charakteryzuje budowę łożyska • ocenia znaczenie bariery łożyskowej • omawia fazy porodu	• omawia wędrówkę plemników w poszczególnych częściach żeńskiego układu rozrodczego • określa rolę struktur zarodkowych i narządów płodowych w życiu prenatalnym • omawia rolę hormonów wytwarzanych przez łożysko • omawia metody badań prenatalnych

						• omawia zasady oceny stanu zdrowia noworodka
	47	Planowanie rodziny. Choroby i higiena układu rozrodczego	• wyjaśnia znaczenie pojęcia *antykoncepcja* • wymienia metody wykorzystywane w planowaniu rodziny • wymienia choroby układu rozrodczego i choroby przenoszone drogą płciową • wymienia zasady zapobiegania rozprzestrzenianiu się chorób przenoszonych drogą płciową	• charakteryzuje wybrane naturalne i sztuczne metody regulacji poczęć • ocenia zagrożenia wynikające z zakażenia chorobami przenoszonymi drogą płciową • przyporządkowuje chorobom źródła zakażenia • wskazuje raka szyjki macicy jako chorobę współczesnego świata	• wyjaśnia, na czym polega zapłodnienie *in vitro* • omawia przyczyny niepłodności • klasyfikuje metody regulacji poczęć • omawia zasady działania poszczególnych metod antykoncepcji • charakteryzuje wybrane choroby układu rozrodczego	• wskazuje wady i zalety metod antykoncepcji • omawia sposób diagnozowania, leczenia i profilaktyki raka szyjki macicy • ocenia znaczenie regularnych wizyt u ginekologa
Choroby a zdrowie człowieka	48	Uwarunkowania zdrowia. Choroby zakaźne i pasożytnicze	• definiuje pojęcia: *zdrowie*, *choroba* • wymienia główne czynniki warunkujące zdrowie • wymienia czynniki chorobotwórcze • wymienia źródła zakażenia • wymienia bezpośrednie i pośrednie drogi rozprzestrzeniania się patogenów biologicznych • proponuje sposoby na uniknięcie zarażenia się wybranymi chorobami zakaźnymi i pasożytniczymi	• rozróżnia zdrowie fizyczne, psychiczne, społeczne i duchowe • klasyfikuje czynniki chorobotwórcze • rozróżnia choroby cywilizacyjne i społeczne • wymienia główne wrota zakażenia się patogenami • definiuje pojęcia: *etiologia*, *patogeneza* • proponuje działania profilaktyczne, metody zwalczania i leczenia chorób zakaźnych • przyporządkowuje czynniki chorobotwórcze do wybranych chorób zakaźnych i pasożytniczych	• omawia główne czynniki wpływające na zdrowie • wyjaśnia znaczenie znajomości etiologii i patogenezy we właściwym leczeniu chorób • omawia czynniki chorobotwórcze • charakteryzuje drogi rozprzestrzeniania się patogenów biologicznych • omawia główne wrota zakażenia się patogenami • określa drogi rozprzestrzeniania się wybranych chorób zakaźnych i pasożytniczych	• wyróżnia kryteria klasyfikacji chorób • klasyfikuje choroby pod względem dróg rozprzestrzeniania się patogenów • określa wrota zakażenia dla patogenów wywołujących wybrane choroby • określa sposób nabywania odporności na wybrane choroby zakaźne
	49	Choroby nowotworowe	• wyjaśnia różnicę między nowotworami łagodnymi a nowotworami złośliwymi	• klasyfikuje czynniki kancerogenne • definiuje pojęcia	•klasyfikuje nowotwory na łagodne i złośliwe • charakteryzuje grupy	• porównuje nowotwory łagodne z nowotworami złośliwymi

			• wymienia przyczyny powstawania nowotworów •wyjaśnia, w jaki sposób powstają przerzuty • wymienia czynniki zewnętrzne będące najczęstszą przyczyną powstawania nowotworów • wyjaśnia, dlaczego wczesne wykrycie zmian nowotworowych jest ważnym elementem walki z nowotworem	*karcinogeneza, onkogeny* • nazywa etapy powstawania nowotworu • wskazuje cechy komórek nowotworu • proponuje działania profilaktyczne zmniejszające ryzyko powstania nowotworu • uzasadnia, że palenie tytoniu ma negatywne skutki dla zdrowia człowieka	genów odpowiedzialnych za powstawanie nowotworów • wyjaśnia różnicę między mutagenami a kancerogenami • omawia etapy powstawania nowotworu	• omawia metody leczenia nowotworów
	50	Uzależnienia	• definiuje pojęcia: *uzależnienie, zespół abstynencyjny, substancja psychoaktywna, alkoholizm, narkomania, lekomania* • wyjaśnia, w jakiej sytuacji stwierdza się uzależnienie • dowodzi negatywnego wpływu alkoholu i palenia tytoniu na zdrowie człowieka	• podaje przykłady substancji psychoaktywnych • wyjaśnia, czym są uzależnienia fizyczne i psychiczne • wymienia czynniki sprzyjające rozwojowi uzależnienia od alkoholu • wyjaśnia, na czym polega profilaktyka uzależnień	• określa znaczenie tolerancji w powstawaniu uzależnień • uzasadnia negatywny wpływ kofeiny i dopalaczy na zdrowie człowieka • określa skutki spożywania alkoholu i palenia tytoniu na poszczególne narządy • uzasadnia konieczność zdrowego trybu życia u kobiet będących w ciąży • omawia sposoby leczenia uzależnień	• określa skutki uzależnień fizycznych i psychicznych • analizuje fazy uzależnienia od substancji psychoaktywnej • przewiduje skutki uzależnienia od leków dla zdrowia człowieka

Dział programu	**Lp.**	**Temat**	**Poziom wymagań**			
			dopuszczający	**dostateczny**	**dobry**	**bardzo dobry**
Mechanizmy dziedziczenia	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	*Uczeń:* • charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA • określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej	*Uczeń:* • charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA • wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad	*Uczeń:* • wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA • rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce	*Uczeń:* • wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów • planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako

			• wymienia rodzaje RNA • określa rolę podstawowych rodzajów RNA • charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA • wyjaśnia pojęcie *podwójna helisa*	• uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny • charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA • określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	DNA • wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa • porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA	nośnika informacji genetycznej • rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa
	2.	Replikacja DNA	• wyjaśnia pojęcie *replikacja* • wyjaśnia znaczenie replikacji DNA • wymienia etapy replikacji DNA • uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki	• wyjaśnia pojęcia: *widełki replikacyjne, oczko replikacyjne* • omawia przebieg replikacji • wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA • określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych	• charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA • wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	• rozróżnia poszczególne modele replikacji • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna • wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji • omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA
	3.	Geny i genomy	• wyjaśnia pojęcia: *gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom* • rozróżnia eksony i introny • określa lokalizację DNA w komórkach	• omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe • wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu • wyjaśnia pojęcia: *sekwencje*	• określa informacje zawarte w genie • charakteryzuje genom wirusa • porównuje strukturę genomów prokariotycznego	• porównuje heterochromatynę z euchromatyną • różnicuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria • omawia genom

			prokariotycznej i eukariotycznej	*powtarzalne, pseudogeny* • omawia skład chemiczny chromatyny • przedstawia budowę chromosomu	i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym	mitochondrialny człowieka
	4.	Związek między genem a cechą	• wyjaśnia pojęcia: *kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja* • wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego • ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej • nazywa etapy translacji	• omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje tabelę kodu genetycznego • wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA • określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	• omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA • porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych • określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA • określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	• wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej
	5.	Regulacja ekspresji genów	• wyjaśnia pojęcie *operon* • wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury • wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej	• wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego • wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor,	• rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego • porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego • wyjaśnia, na czym polega	• 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 niekodującego RNA

				operator i promotor • omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej	alternatywne składanie RNA • porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
	6.	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla	• wyjaśnia pojęcia: *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny* • zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta • podaje treść I prawa Mendla	• omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia • wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla • wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe	• wyjaśnia pojęcie *linia czysta* • wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych • analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy	• określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej
	7.	II prawo Mendla	• podaje treść II prawa Mendla	• wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe	• analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu	• określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej

					zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych	dwugenowej • ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki
	8.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	• wyjaśnia pojęcia: *locus*, *geny sprzężone*, *crossing-over* • wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia • wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów	• wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia *crossing-over* a odległością między dwoma genami w chromosomie • wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów • wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych	• oblicza częstość *crossing--over* między dwoma genami sprzężonymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych • analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych • oblicza odległość między genami	• wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi
	9.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	• wyjaśnia pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci* • wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny • wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka • charakteryzuje kariotyp	• wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią • określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią	• wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra • omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X • charakteryzuje dwa podstawowe typy	• wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety • omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci • planuje doświadczenie

			człowieka • określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu • wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią	• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu • rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią	genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują • wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn	mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci
	10.	Inne sposoby dziedziczenia cech	• wyjaśnia pojęcie *allele wielokrotne* na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh • określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych	• wyjaśnia pojęcia: *dominacja niezupełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe* • charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niezupełnej i kodominacji • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych	• wyjasnia pojęcia: *geny komplementarne, geny dopełniające się, geny epistatyczne, geny hipostatyczne* • wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się • wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni	• wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych

	11.	Zmienność organizmów	• wyjaśnia pojęcia: *zmienność genetyczna*, *zmienność środowiskowa* • wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi • wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności środowiskowej	• wyjaśnia pojęcia: *zmienność ciągła*, *zmienność nieciągła* • wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej • omawia przyczyny zmienności genetycznej • określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową	• wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, *crossing--over* oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą • wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej • porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną • określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska	• wyjaśnia znaczenie pojęcia *transpozony* i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej • wyjaśnia znaczenie pojęcia *norma reakcji genotypu* • wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach
	12.	Zmiany w informacji genetycznej	• wyjaśnia pojęcia: *mutacja*, *mutacja genowa*, *mutacja chromosomowa strukturalna*, *mutacja chromosomowa liczbowa*, *czynnik mutagenny* • wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych • wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych • wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji	• wyjaśnia pojęcia: *mutacja somatyczna*, *mutacja generatywna*, *mutacja spontaniczna*, *mutacja indukowana* • klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów • określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu • wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych • uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych	• wyjaśnia pojęcia: *mutacje letalne*, *mutacje subletalne*, *mutacje neutralne*, *mutacje korzystne*, *protoonkogeny*, *onkogeny*, *geny supresorowe* • wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji • określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego • omawia przyczyny	• przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych • wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji • wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu poliploidalnego • wymienia przykłady

					powstawania mutacji chromosomowych liczbowych • rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych • wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki	protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami
	13.	Choroby jednogenowe	• wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych • wyjaśnia pojęcie *choroby bloku metabolicznego* • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego • wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego • wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	• klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia • wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej • rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi	• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne'a, krzywicy opornej na witaminę D • wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność • wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA • ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów	• porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej • charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA mitochondrialnego • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych
	14.	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe	• wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających	• określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa,	• omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na	• analizuje fotografie kariotypów człowieka • omawia choroby

			z nieprawidłowej struktury chromosomów • wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci	zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera • wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera • wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa	przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej • określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau • wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau	wieloczynnikowe
Biotechnologia molekularna	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	• wyjaśnia pojęcia: *biotechnologia molekularna*, *inżynieria genetyczna*, *elektroforeza DNA*, *PCR*, *klonowanie DNA*, *transformacja genetyczna* • wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną • wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej • wymienia techniki inżynierii genetycznej • wymienia etapy modyfikacji genomu	• wyjaśnia pojęcia: *sonda molekularna*, *wektor*, *sekwencjonowanie DNA*, *hybrydyzacja DNA* • wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna • omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA • wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna • wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej • wymienia sposoby	• porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną • charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej • omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA • określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA • charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej	• sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne • określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy • omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt • analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy • omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA

				wprowadzenia obcego genu do komórki		
	2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	• wyjaśnia pojęcia: *organizm zmodyfikowany genetycznie*, *organizm transgeniczny*, *produkt GMO* • wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi • wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie • wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie	• podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt • omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce • omawia sposób oznakowania produktów GMO • wskazuje na zagrożenia ze strony GMO	• charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych • omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt • wymienia przykłady produktów GMO • podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie	• omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt • wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska • charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO • analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej • omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej
	3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	• wyjaśnia pojęcia: *klon*, *klonowanie* • wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami • określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt	• 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	• omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania • omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt • formułuje argumenty	• analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka • planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki

				• wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt • uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka	przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu • porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne	może pokierować rozwojem organizmu • wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt
	4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	• wyjaśnia pojęcia: *diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste* • wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych	• wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych • wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej • wyjaśnia, na czym polega terapia genowa • omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka • wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna	• omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka • wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej • omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków • wyjaśnia pojęcie *przeciwciała monoklonalne* • podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie • wyjaśnia, w jaki sposób	• omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej • określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób • planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste

					biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii • omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej	
	5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	• wyjaśnia pojęcie *profil genetyczny* • wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce	• przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce • wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)	• wyjaśnia pojęcie *sekwencje mikrosatelitarne* • uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych	• analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego • omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych • wyjaśnia pojęcie *filogenetyka molekularna* • analizuje drzewo filogenetyczne • przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA
Ekologia	1.	Czym się zajmuje ekologia?	• wyjaśnia pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona przyrody*, *siedlisko*, *nisza ekologiczna* • określa zakres badań ekologicznych • klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne • wyjaśnia pojęcia: *zasoby środowiska*, *warunki środowiska*, podaje odpowiednie przykłady	• określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody • określa niszę ekologiczną wybranych gatunków • wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu • omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej • wyjaśnia, na czym polega	• wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska • podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników • wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej	• wyjaśnia pojęcie *gatunek kosmopolityczny* • wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku • omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska • wskazuje różnice między gatunkami

			• wyjaśnia pojęcia: *nisza ekologiczna*, *gatunki wskaźnikowe* • wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych	zasada współdziałania czynników środowiska • wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza	• uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi • charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów • wyjaśnia pojęcia: *eurybionty*, *stenobionty* • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska	kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi • charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody • planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska
	2.	Ekologia populacji	• wyjaśnia pojęcie *populacja lokalna gatunku* • wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji • wymienia cechy charakteryzujące populację • omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację • wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji	• wyjaśnia pojęcia: *rozrodczość*, *śmiertelność*, *migracja*, *struktura wiekowa populacji*, *struktura płciowa populacji*, *zasięg przestrzenny*, *rozmieszczenie*, *emigracja*, *imigracja* • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich • przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one	• wyjaśnia pojęcia: *opór środowiska*, *tempo wzrostu populacji* • charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji • omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej działania • wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów • analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę	• wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną • porównuje strategie rozrodu typu *r* oraz typu *K* • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady

				charakterystyczne • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji	płciową populacji • określa możliwości rozwoju danej populacji • przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji • wymienia zalety i wady życia w grupie	gatunków, które reprezentują każdy z nich • omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji • omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika
	3.	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	• klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne • wymienia przykłady oddziaływań anatagonistycznych • wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji • wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	• charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli • klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów	• wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania • omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Gieorgija Gausego • wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków • analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego • porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo	• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania • charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • określa skutki działania substancji allelopatycznych • wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy • przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku • wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów
	4.	Oddziaływania	• wymienia	• charakteryzuje mechanizmy	• porównuje mutualizm	• omawia przykłady

		nieantagonistyczne między organizmami	nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe • wyjaśnia pojęcia: *mutualizm, komensalizm*	adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	obligatoryjny i mutualizm fakultatywny	mutualizmu i komensalizmu
	5.	Struktura ekosystemu	• wyjaśnia pojęcia: *ekosystem, biocenoza, biotop, struktura troficzna ekosystemu, struktura przestrzenna ekosystemu, sukcesja ekologiczna* • wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu • wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci i destruenci	• klasyfikuje rodzaje ekosystemów • klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne • charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu • wyjaśnia, na czym polega sukcesja • wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior	• określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu • wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu • charakteryzuje procesy glebotwórcze • omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej	• określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej • omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych • charakteryzuje poziomy glebowe • omawia wpływ biocenozy na mikroklimat • omawia etapy eutrofizacji jezior
	6.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	• wyjaśnia pojęcia: *łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć troficzna* • wskazuje zależności między poziomami troficznymi • wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów	• konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne • nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej • wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie • porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie	• wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych • wyjaśnia pojęcia: *produkcja pierwotna* (*brutto*, *netto*), *produkcja wtórna* (*brutto*, *netto*) • wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny • omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach	• analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy • wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej

						produktywności
	7.	Obieg węgla i azotu w przyrodzie	• wyjaśnia pojęcie *cykle biogeochemiczne* • wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie	• wymienia źródła węgla w przyrodzie • wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	• omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie • wyjaśnia, na czym polega nitryfikacja, amonifikacja oraz denitryfikacja	• określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków • omawia przebieg reakcji nitryfikacji
	8.	Różnorodność biologiczna	• wyjaśnia pojęcia: *biom*, *różnorodność biologiczna* • omawia poziomy różnorodności biologicznej • wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują • wymienia główne biomy wodne	• omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy • charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta • charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych • omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta	• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi • wyjaśnia pojęcie *ogniska różnorodności biologicznej* • określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu	• dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi • ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów
	9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	• wymienia czynniki geograficzne wpływające na	• klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność	• wymienia przykłady gatunków, których	• wskazuje konsekwencje zmniejszenia

			bioróżnorodność • omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność • wymienia powody ochrony przyrody • wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów	biologiczną • omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną • wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna • podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku	introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej • określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną • wyjaśnia pojęcia: *relikt, ostoja, endemit* • uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt	różnorodności biologicznej • wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone • określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime • określa znaczenie korytarzy ekologicznych
	10.	Elementy ochrony środowiska	• klasyfikuje zasoby przyrody • wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych • wyjaśnia pojęcia: *efekt cieplarniany, kwaśne opady, smog, dziura ozonowa, alternatywne źródła energii, recykling* • podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody	• wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej • wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko • omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka • wymienia skutki	• wyjaśnia pojęcie *rekultywacja* • omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego • uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody • omawia proces powstawania kwaśnych opadów	• przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • odróżnia rodzaje smogu • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów • uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami

				powstawania dziury ozonowej • wymienia sposoby utylizacji odpadów	• ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko	
Ewolucja organizmów	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	• wyjaśnia pojęcia: *ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny* • omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina	• przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów • wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej • wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji • wyjaśnia pojęcie *walka o byt*	• porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	• charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w. • omawia założenia teorii Georges'a Cuviera • ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji
	2.	Dowody ewolucji	• wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady • wyjaśnia pojęcia: *skamieniałości przewodnie, anatomia porównawcza* • wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy	• wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych • wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych • wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami • wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych	• wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt • podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych • wyjaśnia pojęcia: *dywergencja, konwergencja* • wymienia przykłady dywergencji i konwergencji • wymienia przykłady	• wyjaśnia pojęcie *formy przejściowe* • wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania • analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia

				• wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym • wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych • wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia	dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii • wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów	• wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi
	3.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	• wyjaśnia pojęcia: *dymorfizm płciowy*, *dobór płciowy*, *dobór krewniaczy*, *dobór stabilizujący*, *dobór kierunkowy*, *dobór rozrywający* • wymienia przykłady dymorfizmu płciowego • charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego	• wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa • wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne • omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji • wyjaśnia pojęcie *preferencje w krzyżowaniu* • wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie • podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne	• wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią	• omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu • wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne
	4.	Ewolucja na poziomie populacji	• wyjaśnia pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa*	• wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego	• omawia regułę Hardy'ego–Weinberga	• wyjaśnia rolę dryfu genetycznego

			populacji • wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji • wymienia czynniki ewolucji	i wymienia skutki jego działania w przyrodzie • wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej	• oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji	w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła • sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej
	5.	Powstawanie gatunków – specjacja	• przedstawia biologiczną koncepcję gatunku • wyjaśnia pojęcia: *mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja*	• omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie • klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej • wymienia rodzaje specjacji	• wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo • charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej	• charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania • omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji
	6.	Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	• wyjaśnia pojęcie *prawidłowości ewolucji* • wymienia prawidłowości ewolucji	• wyjaśnia pojęcia: *mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja* • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji	• wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji • charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji • wymienia przykłady koewolucji • omawia skutki doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów	• wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji • wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji • omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej
	7.	Historia życia na Ziemi	• wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi • wymienia warunki	• charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące	• wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych	• ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie

			środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych • charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych • wymienia główne założenia teorii endosymbiozy • charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych • nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe • nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym	na Ziemi ok. 4 mld lat temu • wyjaśnia pojęcie *makrocząsteczka* • charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi • wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych • wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów • wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi • wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej	• przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley'a Millera i Harolda Ureya • wyjaśnia pojęcia: *bulion pierwotny*, *pizza pierwotna* w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej • wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi • wymienia argumenty przemawiające za słusznością teorii endosymbiozy • wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi	badań nad powstaniem życia na Ziemi • wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi • wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi • wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych • wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów • określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi
	8.	Antropogeneza	• wyjaśnia pojęcia: *antropogeneza*, *antropologia* • określa stanowisko systematyczne człowieka • wymienia kilka cech wspólnych naczelnych • wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka	• wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu • omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka • omawia zmiany, które zaszły	• uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne • wymienia rodzaje człekokształtnych • wymienia zmiany w budowie szkieletu	• analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi • wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi • omawia drogi

			• określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju *Homo*	podczas ewolucji rodzaju *Homo*	wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia • charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka	rozprzestrzeniania się rodzaju *Homo* z Afryki na pozostałe kontynenty • omawia negatywne skutki pionizacji ciała