ROZDZIAŁ 7

Odporność, wymiana gazowa i krążenie

Zbiór zadań maturalnych z biologii · poziom rozszerzony · matura 2027

W tym rozdziale

Zakres	XI. Funkcjonowanie zwierząt: 2.2) Odporność; 2.3) Wymiana gazowa i krążenie (podstawa programowa, zakres rozszerzony)
R. Repetytorium	Odporność nieswoista i swoista; Narządy, komórki i mediatory odporności; Nabywanie odporności, przeszczepy, konflikt serologiczny, zaburzenia; Narządy wymiany gazowej zwierząt; Płuca kręgowców i układ oddechowy człowieka; Układy krążenia zwierząt i serce człowieka; Naczynia, limfa, krzepnięcie i choroby układu krążenia; ramki „Na maturze" i „Typowe błędy"
A. Zadania wprowadzające	zadania 1–6 · 15 punktów
B. Zadania maturalne	zadania 7–16 · 36 punktów
C. Zadania trudniejsze	zadania 17–20 · 18 punktów
Razem	20 zadań (53 polecenia), 69 punktów
Rozwiązania	osobny plik: klucz do zadań zamkniętych, przykładowe odpowiedzi i zasady oceniania w układzie CKE (z wymaganiami podstawy programowej przy każdym poleceniu)

Jak pracować z rozdziałem

A	Zadania sprawdzające podstawowe pojęcia i procesy działu.
B	Zadania w formule egzaminu maturalnego (Formuła 2023): wiązki do wspólnego materiału, doświadczenia, dane liczbowe.
C	Zadania wymagające łączenia wiadomości i analizy złożonych danych.
Pomoce	Jak na maturze: *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijka, kalkulator prosty.

Opracowanie własne „Pierwsza Ławka". Zakres zgodny z podstawą programową kształcenia ogólnego – biologia, zakres rozszerzony (Dz.U. 2024 poz. 1019) i z Informatorem o egzaminie maturalnym z biologii od roku szkolnego 2024/2025. Zbiór nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Typy zadań i zasady oceniania wzorowane na egzaminie maturalnym CKE.

Podgląd • Pierwsza Ławka

R Repetytorium

Odporność nieswoista i swoista

Cecha	Odporność nieswoista (wrodzona)	Odporność swoista (nabyta)
Rozpoznawanie	struktury wspólne dla wielu drobnoustrojów; ta sama reakcja wobec różnych patogenów	konkretny antygen (jego fragment – epitop)
Czas reakcji	natychmiast – od minut do godzin	odpowiedź pierwotna – kilka dni do 2 tygodni; wtórna – szybsza i silniejsza
Pamięć	brak	limfocyty B i T pamięci
Elementy	skóra i błony śluzowe, lizozym, kwaśny sok żołądkowy, fagocyty (neutrofile, makrofagi), komórki NK, dopełniacz, interferony, stan zapalny, gorączka	limfocyty B i komórki plazmatyczne (przeciwciała), limfocyty T pomocnicze (Th) i cytotoksyczne (Tc)

- **Odpowiedź humoralna** – przeciwciała wytwarzane przez komórki plazmatyczne (powstają z pobudzonych limfocytów B) neutralizują toksyny i wirusy, zlepiają bakterie, ułatwiają fagocytozę i aktywują dopełniacz.
- **Odpowiedź komórkowa** – limfocyty Tc rozpoznają obcy antygen prezentowany z białkami MHC klasy I i niszczą komórki zakażone wirusem, nowotworowe i komórki przeszczepu.
- **Limfocyty Th** rozpoznają antygen prezentowany z białkami MHC klasy II przez komórki prezentujące antygen (makrofagi, komórki dendrytyczne, limfocyty B) i wydzielają cytokiny niezbędne do aktywacji limfocytów B i Tc.

Narządy, komórki i mediatory odporności

- **Narządy centralne:** szpik kostny czerwony – powstają w nim wszystkie leukocyty i dojrzewają limfocyty B; grasica – dojrzewają limfocyty T, a te, które reagują z własnymi antygenami organizmu, są eliminowane.
- **Narządy obwodowe:** węzły chłonne (filtrują limfę, w nich limfocyty spotykają antygeny z tkanek), śledziona (filtruje krew, usuwa zużyte erytrocyty), migdałki, grudki chłonne błon śluzowych (np. jelita).
- **Komórki:** fagocyty (granulocyty obojętnochłonne, makrofagi), komórki dendrytyczne, komórki NK (niszczą komórki zakażone i nowotworowe bez swoistego rozpoznania antygenu), komórki tuczne (histamina), limfocyty B, Th, Tc, komórki plazmatyczne i komórki pamięci.

Mediatory:

- **cytokiny** – białka sygnałowe leukocytów: interleukiny (np. IL-2 pobudza podziały limfocytów T, IL-6 – wytwarzanie białek ostrej fazy i gorączkę), interferony (wywołują stan przeciwwirusowy w sąsiednich komórkach), czynnik martwicy nowotworów (TNF);
- **białka ostrej fazy** (np. białko C-reaktywne, CRP) – białka osocza, których stężenie szybko rośnie na początku odpowiedzi organizmu na zakażenie lub uraz; opłaszczają drobnoustroje i aktywują dopełniacz.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Nabywanie odporności, przeszczepy, konflikt serologiczny, zaburzenia

	Naturalna	Sztuczna
Czynna – organizm sam wytwarza przeciwciała i komórki pamięci	kontakt z antygenem w wyniku zakażenia	celowe podanie antygenu (szczepionka)
Bierna – organizm otrzymuje gotowe przeciwciała	przeciwciała przekazane w sposób naturalny przez inny organizm	podanie preparatu zawierającego przeciwciała

- **Zgodność tkankowa:** białka MHC (u człowieka HLA) są kodowane przez silnie polimorficzne geny na chromosomie 6, dziedziczone zwykle jako haplotyp. Przeszczep od osoby o innych antygenach HLA jest odrzucany (głównie przez limfocyty Tc). Dawcę dobiera się pod względem grupy krwi AB0 i jak największej zgodności HLA; biorca przyjmuje leki immunosupresyjne.
- **Konflikt serologiczny:** matka Rh– może zostać uczulona erytrocytami płodu Rh+ (zwykle podczas porodu). W kolejnej ciąży z płodem Rh+ jej przeciwciała IgG anty-D przechodzą przez łożysko i niszczą erytrocyty płodu (choroba hemolityczna). Zapobiega temu immunoglobulina anty-D podana przed uczuleniem.
- **Zaburzenia:** nadmierna odpowiedź – alergia (przeciwciała IgE na komórkach tucznych, histamina, wstrząs anafilaktyczny) i choroby autoimmunologiczne (odpowiedź przeciw własnym antygenom, np. cukrzyca typu 1, reumatoidalne zapalenie stawów); osłabiona odpowiedź – niedobory wrodzone i nabyte (AIDS, leczenie immunosupresyjne, chemioterapia). Immunosupresji wymagają przeszczepy, ciężkie alergie i choroby autoimmunologiczne – kosztem większej podatności na zakażenia.

Narządy wymiany gazowej zwierząt

Warunki dyfuzji gazów: duża powierzchnia, cienka (często jednowarstwowa) i stale wilgotna ściana, różnica ciśnień parcjalnych gazów po obu stronach utrzymywana przez wentylację i przepływ krwi (hemolimfy), dobre ukrwienie. Dyfuzja jest bierna – zachodzi zawsze od wyższego do niższego ciśnienia parcjalnego.

Środowisko a budowa: u zwierząt wodnych – zwykle skrzela (zewnętrzne lub wewnętrzne); u zwierząt lądowych – zwykle narządy położone wewnątrz ciała (płuca, tchawki).

Narząd	Przykłady grup zwierząt
powierzchnia ciała (skóra)	pierścienice, płazy (obok płuc)
skrzela	ryby, skorupiaki, mięczaki wodne, larwy płazów
tchawki	owady (tlen dociera rurkami bezpośrednio do komórek)
płucotchawki	pajęczaki (u wielu pająków także tchawki)
płuco – unaczyniona jama płaszczowa	ślimaki lądowe
płuca	płazy, gady, ptaki, ssaki

Mechanizm przeciwprądowy (skrzela ryb kostnoszkieletowych): krew w blaszkach skrzelowych płynie w kierunku przeciwnym do wody, więc na całej długości blaszki pO_2 wody jest wyższe niż pO_2 krwi – krew może pobrać większość tlenu z wody.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Płuca kręgowców i układ oddechowy człowieka

Grupa	Budowa płuc	Wentylacja
płazy	workowate, o słabo pofałdowanych ścianach	tłocząca – ruchy dna jamy gębowej wtłaczają powietrze; ważna też skóra
gady	podzielone przegrodami (gąbczaste) – większa powierzchnia	ssąca – ruchy żeber (mięśnie międzyżebrowe)
ptaki	sztywne, z rurkowatymi oskrzelami płucnymi (parabronchami); worki powietrzne	worki powietrzne działają jak miechy; jednokierunkowy przepływ przez płuca przy wdechu i wydechu
ssaki	pęcherzykowe – bardzo duża powierzchnia	ssąca – przepona i mięśnie międzyżebrowe

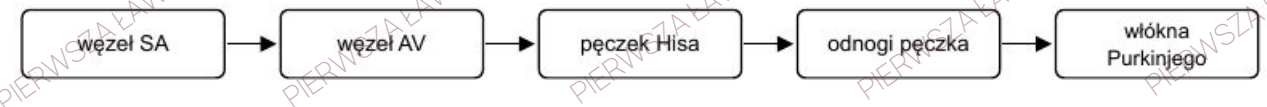
- **Układ oddechowy człowieka:** drogi oddechowe (jama nosowa, gardło, krtań, tchawica, oskrzela, oskrzeliki) doprowadzają powietrze oraz je oczyszczają, ogrzewają i nawilżają; w krtani powstaje głos. Wymiana gazowa zachodzi w pęcherzykach płucnych – przez cienką ścianę otoczoną gęstą siecią naczyń włosowatych.
- **Transport gazów:** ok. 98% tlenu – związane z hemoglobiną (4 hemy z Fe^{2+}, wiązanie kooperatywne – krzywa w kształcie litery S). Powinowactwo hemoglobiny do tlenu maleje (krzywa przesuwa się w prawo) przy wzroście pCO_2, spadku pH i wzroście temperatury – tlen jest łatwiej oddawany w pracujących tkankach. CO_2: ok. 70% jako jony HCO_3^- (anhydraza węglanowa w erytrocytach), ok. 20% związane z hemoglobiną, reszta rozpuszczona w osoczu.
- **Czynniki szkodliwe:** dym tytoniowy (m.in. POChP, rak płuca), pyły PM_{10} i $PM_{2,5}$, smog, tlenek węgla (wiąże się z hemoglobiną ok. 200–250 razy silniej niż tlen).
- **Diagnostyka:** RTG klatki piersiowej (zmiany w miąższu płuc), spirometria (objętości i przepływy, np. $FEV_1/FVC < 0,7$ – obturacja), bronchoskopia (oglądanie wnętrza tchawicy i oskrzeli, pobranie wycinka).

Podgląd • Pierwsza Ławka

Układy krążenia zwierząt i serce człowieka

Grupa	Obiegi krwi	Serce
ryby	jeden	przedsionek i komora
płazy	dwa (płucny niecałkowicie oddzielony od ustrojowego)	dwa przedsionki, jedna komora
gady (bez krokodyli)	dwa	dwa przedsionki, komora z niepełną przegrodą
krokodyle, ptaki, ssaki	dwa, całkowicie rozdzielone	dwa przedsionki, dwie komory

- **Układ otwarty** (stawonogi, większość mięczaków): hemolimfa wypływa z naczyń do jam ciała i omywa narządy; niskie ciśnienie. **Układ zamknięty** (pierścienice, głowonogi, kręgowce): krew stale w naczyniach; wyższe ciśnienie, szybszy i sterowany przepływ.
- **Tendencja ewolucyjna u kręgowców:** coraz pełniejszy rozdział krwi utlenowanej i odtlenowanej oraz obiegu płucnego i ustrojowego (związek z wysokim tempem metabolizmu i endotermią ptaków i ssaków).
- **Serce człowieka:** dwa przedsionki i dwie komory; zastawki przedsionkowo-komorowe (trójdzielna po prawej, dwudzielna po lewej stronie) i zastawki półksiężycowate (pnia płucnego i aorty) wymuszają jednokierunkowy przepływ. Prawa połowa serca tłoczy krew odtlenowaną do obiegu płucnego, lewa – utlenowaną do obiegu ustrojowego.
- **Automatyzm:** impulsy powstają w samym sercu – w węźle zatokowo-przedsionkowym (SA, rozrusznik), skąd przez przedsionki docierają do węzła przedsionkowo-komorowego (AV, opóźnienie) i dalej przez pęczek Hisa, jego odnogi i włókna Purkinjego do mięśnia komór. Układ autonomiczny zmienia częstość skurczów.



Naczynia, limfa, krzepnięcie i choroby układu krążenia

- **Tętnice** wyprowadzają krew z serca (bez względu na stopień jej natlenowania): grube ściany z włóknami sprężystymi i mięśniami gładkimi wytrzymują wysokie ciśnienie. **Naczynia włosowate** – ściana z jednej warstwy śródbłonka, wymiana substancji. **Żyły** doprowadzają krew do serca: cienkie ściany, szerokie światło, zastawki (zwłaszcza w kończynach); przepływ wspomaga praca mięśni szkieletowych.
- **Układ limfatyczny:** limfa powstaje z płynu tkankowego, płynie naczyniami z zastawkami przez węzły chłonne i wraca do krwi żylnej (przewód piersiowy uchodzi do żyły podobojczykowej lewej). Funkcje: powrót płynu i białek do krwi, transport lipidów wchłoniętych w jelicie, udział w odporności.
- **Krzepnięcie:** skurcz naczynia → czop z płytek krwi → kaskada osoczowych czynników krzepnięcia (wytwarzanych w wątrobie, część z udziałem witaminy K; niezbędne jony Ca^{2+}) → trombina → nierozpuszczalne włókna włóknika (fibryny) → skrzep. Chroni przed utratą krwi i wnikaniem drobnoustrojów; nadmierne krzepnięcie wewnątrz naczyń grozi zakrzepicą i zatorami.
- **Choroby:** miażdżyca (blaszki w ścianach tętnic) → choroba wieńcowa i zawał mięśnia sercowego, udar niedokrwienny mózgu; nadciśnienie tętnicze; żylaki (niewydolność zastawek żylnych). Czynniki ryzyka związane ze stylem życia: palenie, dieta bogata w tłuszcze nasycone i sól, otyłość, brak ruchu, przewlekły stres, alkohol.
- **Badania:** EKG (zapis czynności elektrycznej serca: załamek P – depolaryzacja przedsionków, zespół QRS – depolaryzacja komór, załamek T – repolaryzacja komór), pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi (lipidogram, glukoza, morfologia).

Podgląd • Pierwsza Ławka

Na maturze

Polecenia z tego działu to najczęściej: „Wyjaśnij, dlaczego…, uwzględniając…", „Wykaż związek budowy… z funkcją…", „Określ znaczenie próby…", „Na podstawie wykresu oblicz…". Zasady oceniania zwykle:

- uznają tylko wyjaśnienie z pełnym ciągiem przyczynowo-skutkowym (np. spadek pH krwi → mniejsze powinowactwo hemoglobiny do tlenu → więcej tlenu oddanego tkankom);
- w wymianie gazowej wymagają odwołania do różnicy ciśnień parcjalnych (stężeń) gazów – nie uznaje się „aktywnego transportu tlenu" ani „pompowania gazów" przez nabłonek;
- przy tętnicach i żyłach uznają wyłącznie kryterium kierunku przepływu krwi względem serca;
- w odporności wymagają rozróżnienia: czynna – własne przeciwciała i komórki pamięci, bierna – gotowe przeciwciała, bez pamięci; przy działaniu przeciwciał – odwołania do swoistości wiązania z antygenem;
- przy doświadczeniach: problem badawczy obejmuje badany czynnik i badaną zależność; znaczenie próby kontrolnej to wskazanie, który czynnik pozwala ona wykluczyć; rozstrzygając hipotezę, trzeba odnieść się do wyników obu prób;
- w obliczeniach – zapis obliczeń i wynik z jednostką; przy odczycie z wykresu dopuszcza się niewielką tolerancję.

Typowe błędy

Tak traci się punkty	Tak jest dobrze	Dlaczego
„Te naczynia to tętnice, bo płynie w nich krew odtlenowana."	Tętnica wyprowadza krew z serca, żyła doprowadza ją do serca – stopień natlenowania krwi nie ma znaczenia.	Sprawozdanie 2025, zad. 8.2 (schemat serca płaza): wielu zdających wskazało tętnice, ale z uzasadnieniem odwołującym się do natlenowania krwi; zasady oceniania 2025 takich uzasadnień nie uznają.
„Po silnym odwodnieniu serce bije wolniej, bo ma mniej krwi do przepompowania."	Mniejsza objętość osocza obniża ciśnienie krwi, więc serce przyspiesza, aby utrzymać ciśnienie i dopływ tlenu do tkanek.	Sprawozdanie 2024, zad. 12.2: najczęstsza błędna odpowiedź, mimo że treść zdania wskazywała cel zmiany pracy serca.
„Próba kontrolna służy do porównania wyników."	Próba kontrolna pozwala wykluczyć wpływ czynników innych niż badany albo stanowi poziom odniesienia dla wyników próby badawczej.	Zasady oceniania 2026, zad. 13.1: punkt tylko za odniesienie do wykluczenia wpływu innych czynników lub do poziomu odniesienia; sprawozdanie 2026 zalicza to zadanie do trudnych.
„Wyniki potwierdzają hipotezę, bo w próbie badawczej pO_2 spadało."	Rozstrzygnięcie hipotezy wymaga porównania i logicznego powiązania wyników próby badawczej i próby kontrolnej.	Zasady oceniania 2026, zad. 13.2: uzasadnienie musiało odnosić się zarówno do zmian w próbie badawczej, jak i do stałej zawartości tlenu w próbie kontrolnej.
„Lek działa na komórki nowotworowe, bo przeciwciało niszczy chore komórki."	Przeciwciało wiąże się swoiście z antygenem występującym tylko na komórkach nowotworowych, więc kompleks przeciwciało–lek trafia tylko do nich.	Zasady oceniania 2025, zad. 13.1: punkt tylko za odwołanie do przeciwciał skierowanych przeciw antygenom swoistym dla komórek nowotworowych (poziom wykonania 56% wg sprawozdania 2025).

Podgląd • Pierwsza Ławka

A Zadania wprowadzające

Zadanie 1. (0–3)

Zadanie 1.1. (0–2)

Przyporządkuj opisom (1–5) nazwy komórek układu odpornościowego człowieka (A–G). Wpisz oznaczenia literowe w wyznaczonych miejscach.

A. makrofag
B. granulocyt obojętnochłonny (neutrofil)
C. komórka plazmatyczna
D. limfocyt T pomocniczy
E. limfocyt T cytotoksyczny
F. komórka NK
G. limfocyt B pamięci

1.	Nie dzieli się; ma bardzo silnie rozbudowaną siateczkę śródplazmatyczną szorstką oraz aparat Golgiego i w ciągu sekundy wydziela tysiące cząsteczek jednego rodzaju białka.	.....
2.	Ma na powierzchni białko CD4 i jest głównym celem wirusa HIV; spadek liczby tych komórek osłabia zarówno odpowiedź humoralną, jak i komórkową.	.....
3.	Ma receptor swoiście rozpoznający jeden antygen wirusowy na powierzchni zakażonej komórki i po jego rozpoznaniu niszczy tę komórkę.	.....
4.	Duża, długo żyjąca komórka tkankowa z licznymi lizosomami; pochłania drobnoustroje i martwe komórki, a fragmenty pochłoniętych antygenów prezentuje limfocytom T.	.....
5.	Krótko żyjący leukocyt z jądrem podzielonym na płaty, najliczniejszy we krwi; jako pierwszy przechodzi z naczyń do ogniska zakażenia i fagocytuje bakterie.	.....

Zadanie 1.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń dotyczących narządów układu odpornościowego i układu limfatycznego człowieka. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Węzły chłonne leżą na przebiegu naczyń limfatycznych, dlatego powiększenie węzłów chłonnych pachowych może świadczyć o zakażeniu w obrębie kończyny górnej.	**P**	**F**
2.	W węzłach chłonnych limfocyty stykają się z antygenami doprowadzanymi z limfą z okolicznych tkanek.	**P**	**F**
3.	Limfa z węzłów chłonnych jest odprowadzana do tętnic, którymi wraca do serca.	**P**	**F**

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 2. (0–2)

Białko C-reaktywne (CRP) należy do białek ostrej fazy. U zdrowej osoby jego stężenie w surowicy krwi nie przekracza zwykle 5 mg/l, a w ciężkim zakażeniu bakteryjnym może wzrosnąć kilkudziesięciokrotnie. Dwóm pacjentom z bakteryjnym zapaleniem płuc podano ten sam antybiotyk i w kolejnych dniach leczenia oznaczano u nich stężenie CRP. Wyniki przedstawiono w tabeli.

Dzień leczenia	0	3	6
Pacjent X – stężenie CRP [mg/l]	160	72	14
Pacjent Y – stężenie CRP [mg/l]	148	151	176

Zadanie 2.1. (0–1)

Uzupełnij zdania dotyczące białek ostrej fazy. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Białka ostrej fazy, np. CRP, są wytwarzane głównie przez (limfocyty B / komórki wątroby), a sygnałem do zwiększenia ich wytwarzania są (przeciwciała / cytokiny) wydzielane m.in. przez makrofagi w ognisku zapalnym.

CRP wiąże się ze składnikami osłon wielu różnych bakterii, dlatego jest elementem odporności (swoistej / nieswoistej).

Zadanie 2.2. (0–1)

Na podstawie wyników określ, u którego pacjenta zastosowany antybiotyk był skuteczny. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do przyczyny zmian stężenia CRP we krwi.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3. (0–2)

Zadanie 3.1. (0–1)

Przyporządkuj zwierzętom (1–5) narządy wymiany gazowej (A–F), które u nich występują. Wpisz oznaczenia literowe w wyznaczonych miejscach.

A. powierzchnia ciała
B. skrzela
C. tchawki
D. płucotchawki
E. płuco – unaczyniona jama płaszczowa
F. płuca pęcherzykowe

1.	ptasznik (pająk z rodziny ptasznikowatych)	.....
2.	konik polny	.....
3.	rak szlachetny	.....
4.	ślimak winniczek	.....
5.	dżdżownica ziemna	.....

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 4.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

Brak chrząstki w tylnej ścianie tchawicy

A	zwiększa powierzchnię wymiany gazowej w tchawicy,	ponieważ	**1.**	przełyk przylega do tylnej ściany tchawicy i podczas połykania może się rozszerzać, uciskając tę ścianę.
B	ułatwia przesuwanie się kęsów pokarmu przez przełyk,		**2.**	chrząstka uniemożliwiałaby oczyszczanie tchawicy przez nabłonek migawkowy.
			3.	przez tylną ścianę tchawicy tlen dyfunduje bezpośrednio do krwi.

Zadanie 5. (0–2)

Zadanie 5.1. (0–1)

Uporządkuj struktury, przez które przepływa krew w drodze od żyły głównej górnej do aorty – wpisz w wyznaczone miejsca numery 1–6.

lewa komora	.....
żyły płucne	.....
prawa komora	.....
pień płucny	.....
lewy przedsionek	.....
prawy przedsionek	.....

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 13. (0–3)

Skurcze serca człowieka są wywoływane przez impulsy powstające w samym sercu, w układzie bodźcoprzewodzącym zbudowanym ze zmodyfikowanych komórek mięśnia sercowego. Częstość skurczów jest modyfikowana przez autonomiczny układ nerwowy.

Przeszczepione serce nie ma połączeń nerwowych z organizmem biorcy. U osób po przeszczepieniu serca spoczynkowa częstość skurczów wynosi zwykle 90–110 na minutę, a u zdrowych osób w spoczynku – ok. 60–80 na minutę.

W całkowitym bloku przedsionkowo-komorowym impulsy z przedsionków nie są przewodzone do komór. W zapisie EKG pewnego pacjenta z takim blokiem stwierdzono, że przedsionki są pobudzane 75 razy na minutę, a komory – niezależnie od nich – ok. 35 razy na minutę.

Zadanie 13.1. (0–2)

Wyjaśnij, dlaczego przeszczepione serce kurczy się rytmicznie mimo braku połączeń z układem nerwowym biorcy, oraz dlaczego w spoczynku kurczy się ono częściej niż serce zdrowego człowieka.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 13.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń dotyczących pracy serca i badania EKG. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Odstęp między załamkiem P a zespołem QRS w zapisie EKG zdrowego człowieka odzwierciedla m.in. opóźnienie przewodzenia impulsu w węźle przedsionkowo-komorowym.	**P**	**F**
2.	W zapisie EKG opisanego pacjenta z całkowitym blokiem przedsionkowo-komorowym liczba załamków P jest równa liczbie zespołów QRS.	**P**	**F**
3.	Komory opisanego pacjenta kurczą się dzięki impulsom powstającym w niższych odcinkach układu bodźcoprzewodzącego, np. w pęczku Hisa lub we włóknach Purkinjego.	**P**	**F**

Podgląd • Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Matura 2027 z biologii (poziom rozszerzony) – zbiór zadań, rozdział 7: Odporność, wymiana gazowa i krążenie – repetytorium, zadania i zasady oceniania

Podgląd pokazał 10 z 30 stron. Pełna wersja: 30 stron A4, PDF do druku.

- Zadania (30 stron): repetytorium działu (Odporność nieswoista i swoista, Narządy, komórki i mediatory odporności, Nabywanie odporności, przeszczepy, konflikt serologiczny, zaburzen
- Rozwiązania (19 stron): klucz do zadań zamkniętych, przykładowe odpowiedzi do zadań otwartych i zasady oceniania w układzie CKE – za co jest punkt, co się uznaje i czego się nie uz

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-matura-zbior-zadan-rozdzial-07-odpornosc-oddychanie-krazenie