



Ciśnienie parcjalne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ciśnienie parcjale

Podczas pobytu na dużych, przekraczających 5600 m n.p.m. wysokościach, na których panuje zbyt niskie ciśnienie parcjale, często korzysta się z butli z tlenem.

Źródło: Pixaby.com, domena publiczna.

Ciśnienie parcjale, inaczej cząsteczkowe, jest siłą napędową wymiany gazowej zachodzącej między pęcherzykami płucnymi a krwią i komórkami ciała. Gazy oddechowe przechodzą z ośrodków o wyższym ciśnieniu parcjalnym do przestrzeni o jego niższych wartościach.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest ciśnienie parcjale i jak się je oblicza.
- Ocenisz rolę ciśnienia parcjalego w wymianie gazowej.
- Przeanalizujesz różnice w składzie powietrza wdechowego i wydechowego.

Przeczytaj

Ciśnienie parcjalne

Ciśnienie parcjalne, inaczej cząsteczkowe, to ciśnienie wywierane przez jeden z gazów w mieszaninie gazowej.

Aby obliczyć wartość ciśnienia parcjalnego jednego z gazów w mieszaninie, należy wiedzieć:

- jaką część w tej mieszaninie stanowi gaz (zawartość procentowa wyrażona w setnych częściach całości),
- jakie jest ciśnienie tej mieszaniny wyrażone w odpowiednich jednostkach fizycznych – **kPa** lub **mm Hg** (1 kPa to 7,5 mm Hg).

Powietrze atmosferyczne to mieszanina m.in. tlenu, dwutlenku węgla, azotu i pary wodnej.

Tabela: Skład powietrza atmosferycznego.

Składniki powietrza atmosferycznego	Zawartość [%]	Ciśnienie parcjalne gazu w powietrzu [mm Hg]
Tlen	21	159,6
Dwutlenek węgla	0,03	0,23
Azot	79,03	600,6

Na poziomie morza atmosfera wywiera siłę skierowaną w kierunku środka ciężkości Ziemi, która równa się sile słupa rtęci o wysokości 760 mm. Dlatego ciśnienie atmosferyczne (mieszaniny gazowej) wynosi 760 mm Hg. Tlen stanowi 21% objętości powietrza atmosferycznego, więc jego ciśnienie parcjalne (PO_2) w powietrzu jest iloczynem ciśnienia atmosferycznego i jego zawartości w powietrzu:

$$PO_2 = 760 \text{ mm Hg} \times 0,21 = 159,6 \text{ mm Hg}$$

Podobnie można obliczyć ciśnienie parcjalne dla pozostałych gazów w powietrzu:

$$PCO_2 = 760 \text{ mm Hg} \times 0,0003 = 0,23 \text{ mm Hg}$$

$$PN_2 = 760 \text{ mm Hg} \times 0,7903 = 600,6 \text{ mm Hg}$$

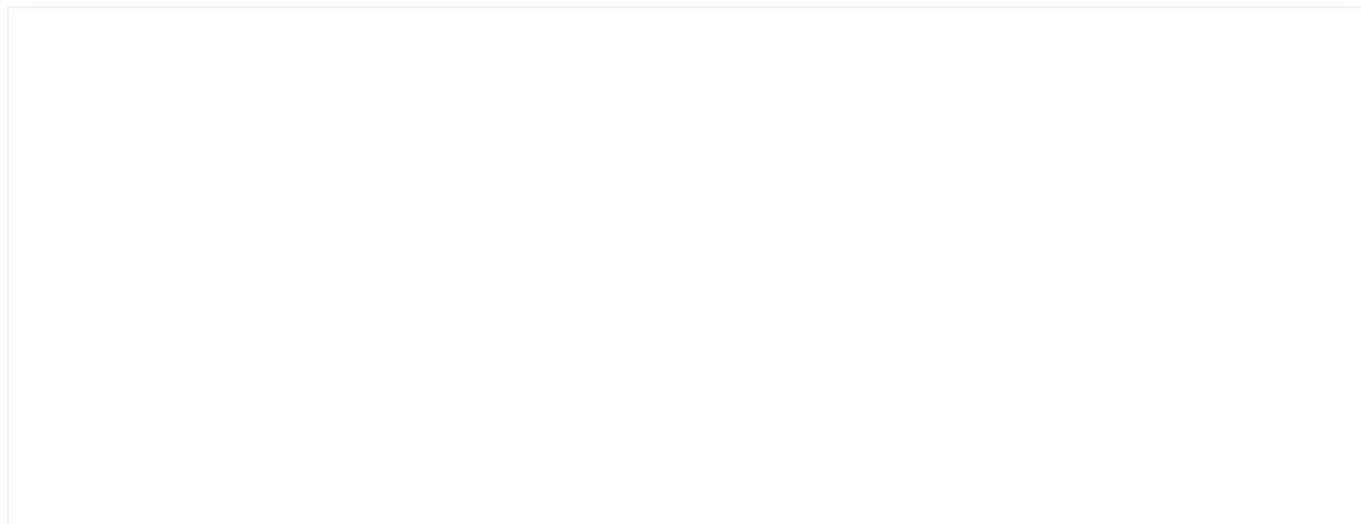
Ciśnienie parcjalne tlenu i dwutlenku węgla we krwi i tkankach człowieka

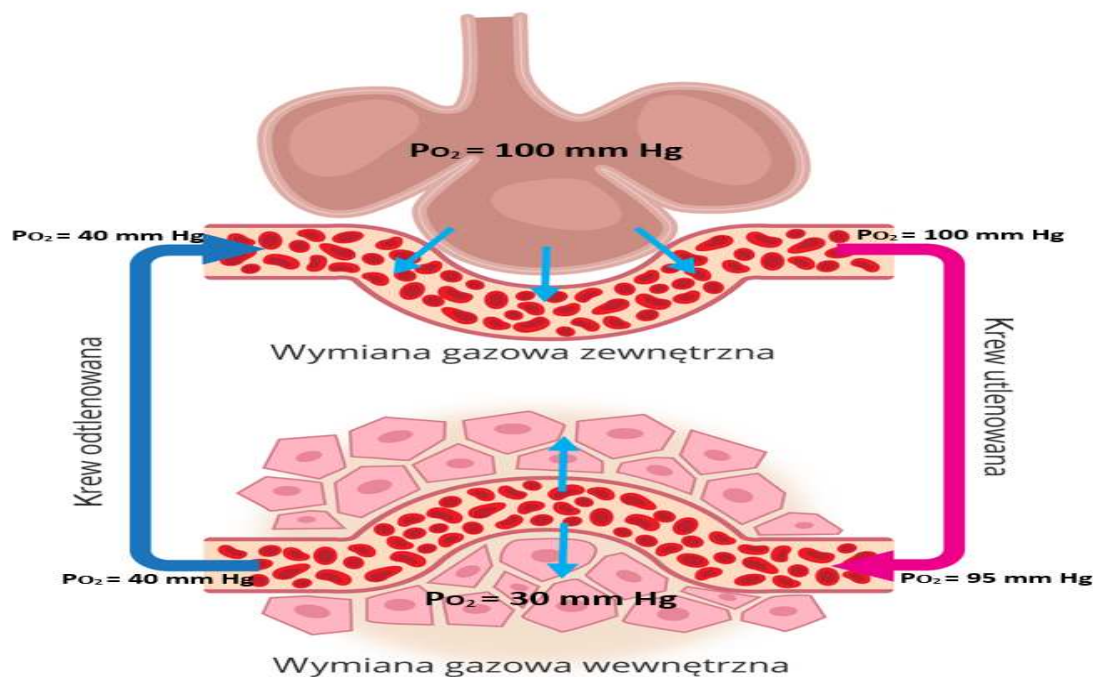
Przechodzenie gazów ([dyfuzja](#)) w roztworach lub środowisku gazowym odbywa się na skutek różnicy ciśnień parcjalnych – w kierunku od wyższej wartości do niższej. Różnica ciśnień parcjalnych, głównie tlenu i dwutlenku węgla, warunkuje wymianę gazową (dyfuzję oraz jej kierunek) między środowiskiem zewnętrznym a pęcherzykami płucnymi, krwią i komórkami ciała.

Tabela: Wartości ciśnień parcjalnych tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu, krwi i tkankach człowieka.

Składnik gazu oddechowego	Ciśnienie parcjalne gazów oddechowych				
	[mm Hg]				
	powietrze atmosferyczne	pęcherzyki płucne	krw tętnicza	krw żylna	komórki ciała
Tlen	159,6	100	95	40	30
Dwutlenek węgla	0,33	40	40	46	46

Ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla (PCO_2) w krwi żylniej wynosi 46 mm Hg, a PCO_2 w pęcherzykach płucnych – 40 mm Hg. Różnica 6 mm Hg powoduje dyfuzję CO_2 z krwi żylniej do pęcherzyków płucnych. Ciśnienie parcjalne tlenu (PO_2) w pęcherzykach płucnych wynosi 100 mm Hg, w krwi żylniej – 40 mm Hg, a w krwi tętniczej – 95 mm Hg. Różnica między PO_2 w pęcherzykach płucnych a krwią tętniczą wynosi 5 mm Hg i jest siłą napędową przenikania tlenu z pęcherzyków płucnych do krwi tętniczej. Różnica 55 mm Hg między krwią tętniczą a żylną pozwala na dyfuzję tlenu z krwi tętniczej do komórek ciała.





Różnica ciśnień parcjalnych warunkująca dyfuzję gazu oddechowego – tlenu.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciśnienie parcjalne tlenu (mm Hg) na różnych wysokościach nad poziomem morza

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza, maleje wartość ciśnienia atmosferycznego (gdyż maleje gęstość powietrza).

Tabela: Wartości ciśnień parcjalnych tlenu (mm Hg) na różnych wysokościach nad poziomem morza.

Gaz oddechowy	Ciśnienie parcjalne tlenu na różnych wysokościach			
	[mm Hg]			
	poziom morza	3000 m n.p.m.	6000 m n.p.m.	12 000 m n.p.m.
Tlen atmosferyczny	159,6	110	75	30
Tlen w powietrzu pęcherzykowym	100	60	40	8

Spadek ciśnienia atmosferycznego powoduje obniżenie wartości ciśnienia parcjalnego tlenu w powietrzu.

Słownik

ciśnienie parcjalne (cząsteczkowe)

ciśnienie wywierane przez jeden z gazów mieszaniny gazowej, wyrażane w mm Hg lub kPa, stanowiące iloczyn ciśnienia całkowitego mieszaniny gazów i ilości jednego z gazów mieszaniny gazowej

dyfuzja

samorzutne, nieodwracalne mieszanie się cząsteczek lub jonów w wyniku ich chaotycznych ruchów; zachodzi zgodnie z różnicą stężeń ze środowiska o większym stężeniu do środowiska o mniejszym stężeniu aż do momentu uzyskania stanu równowagi

kPa

kilopaskal; jednostka ciśnienia; 1 kPa to w przybliżeniu ciśnienie, jakie wywiera 10 g masy spoczywającej na 1 cm² powierzchni

mm Hg

milimetr słupa rtęci; jednostka ciśnienia równa ciśnieniu słupa rtęci o wysokości 1 mm w temperaturze 0°C przy normalnym przyspieszeniu ziemskim ($g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$), 1 mm Hg = 133,3224 Pa

Grafika interaktywna

Ciśnienie parcjalne w układzie krwionośnym człowieka.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Na podstawie analizy grafiki interaktywnej wyjaśnij, jak zmieniają się wartości ciśnień parcjalnych tlenu i dwutlenku węgla w trakcie przepływu krwi przez płuca oraz przez obwodowe naczynia włosowate.

Polecenie 2

Określ kierunek przenikania tlenu i dwutlenku węgla między pęcherzykiem płucnym a krwią w żyłę płucną oraz między pęcherzykiem płucnym a krwią w tętnicy płucnej.

Polecenie 3

Określ, jaki czynnik decyduje o kierunku przechodzenia gazów oddechowych.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ciśnienie całkowite mieszaniny gazów: tlenu, azotu i wodoru wynosi 288 kPa. Ciśnienie parcjale tlenu to 112 kPa, a wodoru – 83 kPa. Ile wynosi ciśnienie parcjale azotu? Zaznacz prawidłową odpowiedź:

☐ 195 kPa

☐ 483 kPa

☐ 195 kPa

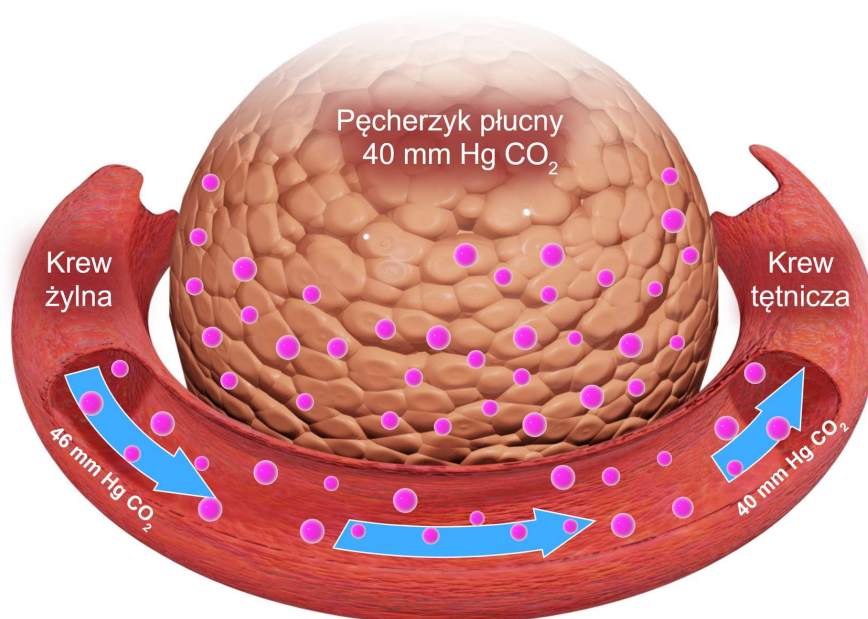
☐ 93 kPa

Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdania, wybierając poprawne odpowiedzi.

Mieszkańcy nizin mają wiekszą pojemność płuc i liczbę krwinek czerwonych niż mieszkańcy gór, ponieważ ciśnienie parcjale tlenu dwutlenku węgla jest mniejsze na zajmowanych przez nich terenach.

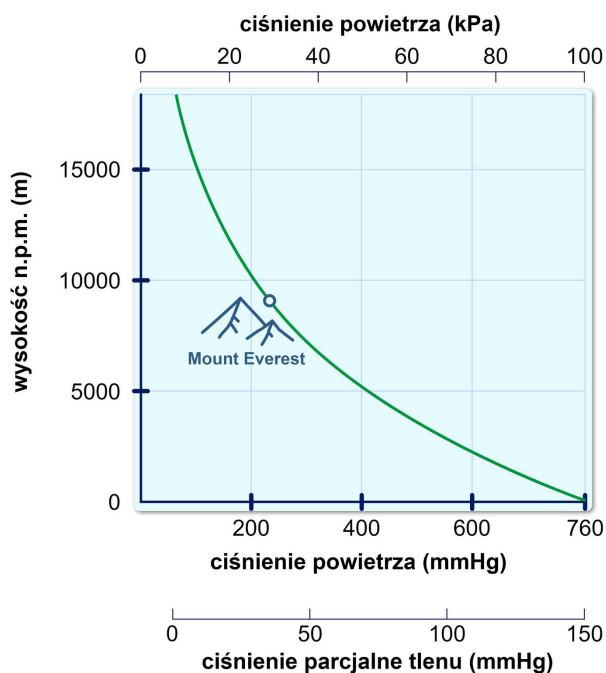


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na podstawie analizy schematu wybierz i zaznacz właściwą odpowiedź.

- ☐ Dwutlenek węgla będzie przechodził z krwi żyłnej do tętniczej, ponieważ różnica ich ciśnień parcyjnych wynosi 6 mm Hg.
- ☐ Dwutlenek węgla będzie dyfundował z krwi żyłnej do pęcherzyka płucnego zgodnie z różnicą ciśnień parcyjnych.
- ☐ Dwutlenek węgla nie będzie uczestniczyć w wymianie gazowej, ponieważ ciśnienie parcyjne tego gazu w pęcherzyku płucnym i krwi tętniczej jest takie samo.
- ☐ Dwutlenek węgla na drodze różnicy ciśnień parcyjnych będzie dyfundował z krwi tętniczej do pęcherzyka płucnego.

Ćwiczenie 4



Na wykresie przedstawiono zmiany wartości ciśnienia powietrza i ciśnienia parcjalnego w zależności od wysokości nad poziomem morza.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na podstawie analizy informacji przedstawionych na wykresie uzupełnij tekst, wybierając poprawne sformułowania.

Wraz ze {#wzrostem}{spadkiem} wysokości powyżej poziomu morza obserwuje się {wzrost}{#spadek} ciśnienia powietrza, co z kolei powoduje {zwiększenie}{#zmniejszenie} ciśnienia parcjalnego tlenu.

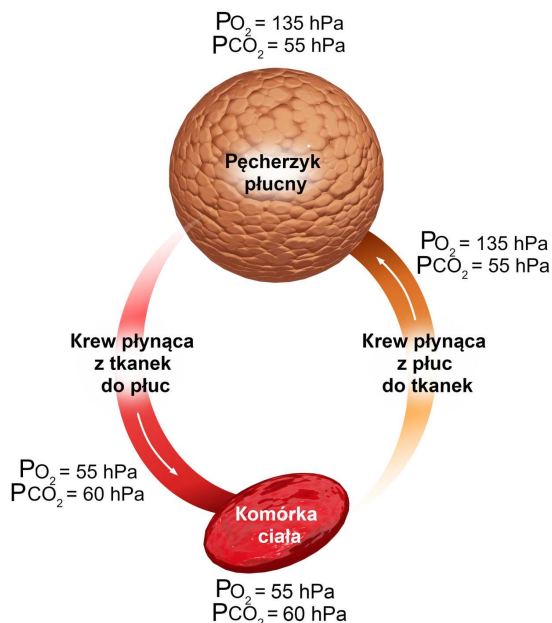
Ćwiczenie 5



Oceń słuszność stwierdzeń dotyczących ciśnienia parcjalnego.

	Prawda	Fałsz
Transport gazu z płuc do tkanek i z powrotem zależy od gradientu ciśnienia parcjalnego gazów oddechowych.	☐	☐
Ciśnienie atmosferyczne jest sumą ciśnień parcjalnych wywieranych osobno przez każdy z gazów wchodzących w skład powietrza.	☐	☐
Aby obliczyć wartość ciśnienia parcjalnego tlenu w mieszaninie gazów, należy znać jego zawartość procentową oraz ciśnienie pozostałych gazów mieszaniny.	☐	☐
Dzięki różnicy ciśnień parcjalnych tlen przechodzi z komórek ciała do krwi.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Na schemacie przedstawiono wartości ciśnienia parcjalnego w różnych narządach organizmu człowieka.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Korzystając ze schematu, wyjaśnij, jakie znaczenie dla sprawnej wymiany gazowej mają różne wartości ciśnień parcjalnych tlenu i dwutlenku węgla w krwi płynącej z płuc do tkanek oraz w komórkach ciała.

Ćwiczenie 7



Całkowite ciśnienie mieszaniny gazów azotu i tlenu wynosi 752 mm Hg. Tlen stanowi 21% objętości tego gazu. Jakie jest ciśnienie parcjalne gazów w tej mieszaninie? Wykonaj właściwe obliczenia.

Ćwiczenie 8



Teren powyżej 6000 m n.p.m. określany jest przez himalaistów jako strefa śmierci: człowiek może na nim przeżyć – po uprzednim właściwym przygotowaniu i aklimatyzacji – tylko parę dni. Dlatego nie zakłada się obozów pod samym szczytem ośmiotysięcznika, lecz organizuje krótkie ataki szczytowe.

Wyjaśnij, dlaczego himalaiści nie zakładają obozów na wysokości 8000 m n.p.m.

W odpowiedzi uwzględnij ciśnienie parcjale i ilość tlenu w powietrzu oraz jego wpływ na różnicę ciśnień parcjalnych między krwią tętniczą a komórkami ciała.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Ciśnienie parcjalne

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

2) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnię wymiany gazowej płuc;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz, czym jest ciśnienie parcjalne i jak się je oblicza.
- Ocenisz rolę ciśnienia parcjального w wymianie gazowej.
- Przeanalizujesz różnice w składzie powietrza wdechowego i wydechowego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;

- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- prezentacja;
- analiza grafiki interaktywnej.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Ciśnienie parcjalne”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (polegającego na obliczeniu ciśnienia parcjalego azotu) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.
2. Chętny/wybrany uczeń pozyskuje samodzielnie informacje dotyczące ciśnienia parcjalego gazów oddechowych we krwi oraz tkankach człowieka i przygotowuje prezentację na ten temat, w dowolnej formie.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel pyta uczniów, czym jest ciśnienie parcjalne i jak się je oblicza.
Uczniowie udzielają swobodnych odpowiedzi.

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacja.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji efektów pracy w domu wybranego ucznia. Pozostali uczniowie zadają pytania prezentującemu, w razie

potrzeby nauczyciel uzupełnia informacje.

2. Praca w grupach z treścią e-materiału. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy.

Zespoły na podstawie informacji zawartych w e-materiale – w tym także zamieszczonych na grafice interaktywnej – opracowują następujące zagadnienia:

- Grupa I i II – Rola ciśnienia parcjalego w wymianie gazowej
- Grupa III i IV – Czynniki wpływające na różnice w składzie powietrza wdechowego i wydechowego.

Grupy wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali wiedzę nt.

przypisanych zagadnień. Następnie eksperci zamieniają się grupami: I z III, a II z IV.

Zadaniem ekspertów jest przekazanie zdobytych informacji. Czas na wykonanie

zadania nie powinien przekroczyć 10 min. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup.

3. Praca z multimedium („Grafika interaktywna”). Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by wyjaśnili, jak się zmieniają wartości ciśnień parcjalego tlenu i dwutlenku węgla w kolejnych narządach organizmu człowieka. Uczniowie, pracując w parach, formułują wyjaśnienie. Następnie ochotnicy przedstawiają swoje wyjaśnienia na forum klasy, a nauczyciel ocenia ich poprawność.

4. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 2: „Określ kierunek przenikania tlenu i dwutlenku węgla między pęcherzykiem płucnym a krwią w żyłę płucną oraz między pęcherzykiem płucnym a krwią w tętnicę płucną”. Uczniowie wykonują je w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem.

5. Utrwalanie wiedzy i umiejętności. Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 7 (polegającego na obliczeniu ciśnienia parcjalego gazów wchodzących w skład opisanej mieszaniny) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.

6. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie wyjaśnić – na podstawie tekstu źródłowego – dlaczego himalaiści nie zakładają obozów na wysokości 8000 m n.p.m., uwzględniając ciśnienie parcjale i ilość tlenu w powietrzu oraz jego wpływ na różnicę ciśnień parcjalego między krwią tętniczą a komórkami ciała), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.