




Profil pionowy atmosfery

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Ilustracja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Profil pionowy atmosfery

Źródło: dostępny w internecie: pxhere.com, domena publiczna.

Atmosfera – gazowa otoczka Ziemi – przez miliardy lat ulegała zmianom. Przy planecie utrzymuje ją grawitacja. Dzięki efektowi cieplarnianemu atmosfera podnosi temperaturę planety. Zmniejsza również różnice temperatur między stroną dzienną i nocną oraz letnią i zimową oraz pozwala na istnienie wody w stanie ciekłym i różnorodnego życia na Ziemi, dostarczając substancji niezbędnych do jego podtrzymania i chroniąc przed promieniowaniem ultrafioletowym. Jak jest zbudowana? Jakie czynniki wpływają na jej właściwości? Czy Ziemia wyglądałaby tak samo bez otaczającej ją warstwy? Odpowiedzi na te pytania poznasz na dzisiejszej lekcji.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest atmosfera.
- Omówisz pionową budowę atmosfery.
- Przeanalizujesz warstwy budujące atmosferę.

Budowa atmosfery. Warstwy wyróżnione według kryterium termicznego.

Źródło: *Meteorologia i klimatologia*, K. Kożuchowski (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.

- **Troposfera**

Znajduje się bezpośrednio nad Ziemią i stanowi 80% masy atmosfery. Za górną granicę troposfery uznaje się wysokość ok. 17 km nad równikiem i ok. 7 km nad biegunami.

Temperatura powietrza tej warstwy przy powierzchni średnio osiąga 15°C, a przy górnej granicy odpowiednio: nad biegunami od -45°C do -60°C, nad równikiem od -70°C do -80°C. Charakterystyczne dla troposfery jest zmniejszanie się temperatury wraz ze wzrostem wysokości. Temperatura spada średnio o 0,6°C na 100 m wzrostu wysokości. To w troposferze zachodzą procesy kształtujące pogodę i klimat: powstają chmury, wieją wiatry, występuje konwekcja.

- **Tropopauza**

Warstwa między troposferą a stratosferą. Rozciąga się nad troposferą na wysokości ok. 8 km nad biegunami oraz 15-17 km nad równikiem. Ma ok. 2 km grubości. Pionowy gradient temperatury tej warstwy nie przekracza 0,2°C/100 m. Tropopauza nie jest jednolita; w miejscach, gdzie się przerywa, powstają bardzo silne [wiatry strumieniowe](#). Powietrze i para, które unoszą się w troposferze, docierają do tropopauzy i w niej się zatrzymują. Nieznaczna część różnych związków chemicznych oraz pary wodnej przedostaje się do stratosfery.

- **Stratosfera**

Rozciąga się do wysokości 50–55 km. W dolnej warstwie stratosfery występują prądy strumieniowe wykorzystywane przez samoloty. Znajduje się w niej niewielka ilość wody; stratosfera skupia ok. 20% masy atmosfery. W jej dolnej części utrzymuje się niska temperatura, ok. -60°C. Dopiero od wysokości 25 km, w ozonosferze, temperatura osiąga 0°C, co spowodowane jest pochłanianiem promieniowania ultrafioletowego przez ozon. Koncentracja ozonu na wysokości 20–35 km, tworząca ozonosferę, stanowi parasol ochronny dla życia na Ziemi. Spadek ilości ozonu w stratosferze nazywany jest dziurą ozonową.

- **Stratopauza**

Warstwa homogeniczna, która jest warstwą przejściową między stratosferą a mezosferą.

- **Mezosfera**

Warstwa o grubości ok. 35 km, rozciągająca się od stratopauzy do wysokości ok. 85 km. Charakterystyczny jest w niej silny spadek temperatury wraz ze wzrostem wysokości. Na ok. 85 km temperatura spada do przedziału od -75°C do -100°C. Na tym poziomie znajduje się górna granica mezosfery – mezopauza. Mezosfera stanowi górną granicę tej części

atmosfery, której skład uważany jest za jednorodny, czyli homosfery. Temperatura na wysokości mezopauzy jest najniższą obserwowaną w atmosferze. Na wysokości ok. 60 km zaczyna się obszar silnie zjonizowany, tzw. jonosfera, która sięga najwyższych warstw termosfery. W mezosferze jonizacja nie jest trwała, występuje praktycznie tylko w ciągu dnia. W pobliżu mezopauzy, na dużych szerokościach geograficznych, gdy Słońce znajduje się od 5° do 13° poniżej horyzontu, obserwuje się nocne obłoki świecące (srebrzyste) zbudowane z drobnych cząsteczek pyłu pokrytych kryształkami lodu.

- **Termosfera**

Obejmuje wysokość od 85 do 500 km. W termosferze temperatura wzrasta, osiągając na wysokości ok. 150 km 240°C, powyżej 200 km od ok. 500°C do 1 200°C, a na wysokości 500 km nawet 2 000°C. Podstawowym źródłem ciepła w termosferze jest pochłanianie promieniowania słonecznego ultrafioletowego i rentgenowskiego, [fotojonizacja](#), [fotodysocjacja](#) oraz energia [strumienia korpuskularnego](#) Słońca. W termosferze zmienia się także znacznie skład atmosfery. Na skutek fotojonizacji i fotodysocjacji cząsteczki wielu gazów rozpadają się na pojedyncze atomy. Nie występuje mieszanie się gazów, a cięższe cząsteczki oraz atomy osiadają. Ze wzrostem wysokości ciężkie cząsteczki azotu są więc zastępowane przez atomy tlenu, a na dużych wysokościach przeważają lekkie atomy wodoru.

- **Jonosfera**

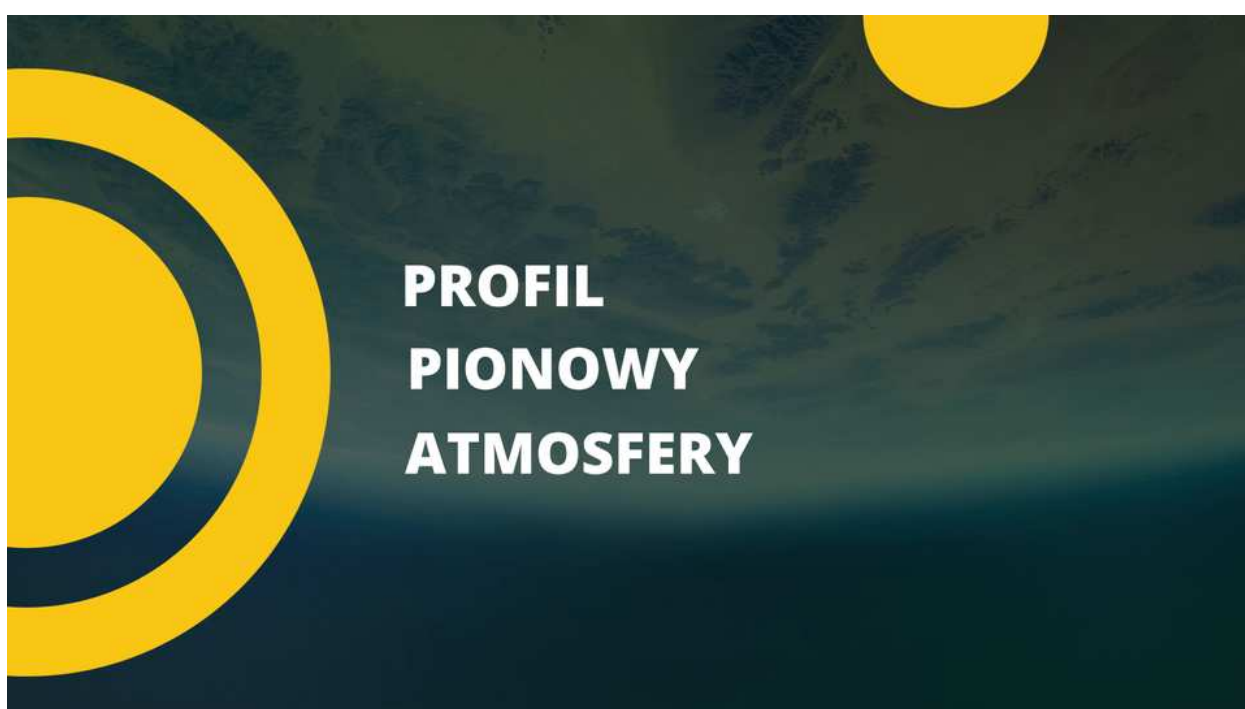
Podwarstwa zaczynająca się na wysokości ok. 60 km w górnej mezosferze. Odznacza się dużą koncentracją wolnych elektronów i jonów. Jonizacja w tej podwarstwie zachodzi na skutek bombardowania cząsteczek gazów przez promieniowanie ultrafioletowe i rentgenowskie emitowane przez Słońce. Jonosfera ma znaczenie w łączności radiowej dalekiego zasięgu, ponieważ warstwa ta odbija wysyłane z Ziemi fale radiowe, głównie fale krótkie.

- **Egzosfera**

Warstwa rozpraszania, występuje powyżej termopauzy, od 500 km. Gazy są tu silnie rozrzedzone, gęstość atmosfery jest bardzo mała i zderzenia między cząsteczkami występują niezwykle rzadko. Temperatura na wysokości 500 km może osiągać wartość od 500°C do 2 000°C, w zależności od pory dnia, aktywności Słońca i szerokości geograficznej. Tak wysoka temperatura cząsteczek znajdujących się w egzosferze, z uwagi na duże rozrzedzenie, nie jest transportowana między nimi ani przez przewodnictwo, ani przez konwekcję. Cząsteczki mają ogromną energię cieplną, jednak z powodu bardzo małej liczby zderzeń nie są w stanie jej przekazywać. W egzosferze następuje stopniowe przejście od atmosfery ziemskiej do gazu międzyplanetarnego. Obszar ten często nazywany jest obszarem rozprysków.

- **Magnetosfera**

Obszar atmosfery znajdujący się powyżej egzosfery. Ma związek z oddziaływaniem pola magnetycznego ziemskiego ze strumieniem korpuskularnego promieniowania słonecznego (tzw. **wiatr słoneczny**). Na skutek tego po stronie oświetlonej Ziemi, w odległości 10–15 jej promieni, natężenie pola magnetycznego spada do zera. Granica ta nazywa się magnetopauzą, a obszar poniżej niej – magnetosferą. Po stronie zaciemnionej magnetosfera rozciąga się na znacznie większe odległości. Jest to tzw. ogon magnetyczny Ziemi. Cząstki, które w wyniku zderzeń znajdują się w polu magnetycznym, będą się w nim poruszały po spirali wokół linii sił pola magnetycznego. W wyniku ponownych zderzeń ich energia może zostać zmniejszona, co spowoduje ich przesunięcie do niższych części atmosfery. Te uwięzione cząstki skupiają się wokół Ziemi głównie w dwóch pasach, tzw. pasach Van Allena (odkrytych w 1958 r.) – pierwszy znajduje się w odległości ok. 2 500–5 000 km, a drugi w odległości 20 000–30 000 km od powierzchni Ziemi.



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1FpQCbvs>

Profil pionowy atmosfery

Źródło: reż. K. Poznański.

Film opowiadający o profilu pionowym atmosfery.

Słownik

fotojonizacja

jonizacja atomów (cząsteczek) pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego o energii fotonów co najmniej równej energii jonizacji tych atomów (cząsteczek)

Źródło: [Encyklopedia PWN](#)

fotodysocjacja

reakcja chemiczna polegająca na rozpadzie cząsteczek na jony pod wpływem strumieni fotonów

geokorona

otoczka wodorowa stanowiąca część egzosfery; jest obserwowalna w zakresie ultrafioletowym

prąd strumieniowy

intensywny, dość wąski i prawie poziomy strumień przenoszący z zachodu na wschód olbrzymie masy powietrza w atmosferze ziemskiej; niezbyt gruba – ok. 2 km – i wąska strefa bardzo silnych wiatrów występująca na poziomie 9–12 km, charakteryzuje się prędkością wiatru powyżej 30 m/s (108 km/h), maksymalnie nawet 500 km/h

Źródło: pl.wikipedia.org

strefa Van Allena

inaczej pasy Van Allena, strefa pułapek magnetycznych, które zatrzymują cząstki wiatru słonecznego

strumień korpuskularny

strumień promieniowania jonizującego będący strumieniem cząstek

wiatr słoneczny

strumień naładowanych elektrycznie cząstek wypływających z korony słonecznej w przestrzeń międzyplanetarną

Ilustracja interaktywna

Polecenie 1

Wymień właściwości, na podstawie których wyróżniamy warstwy budujące atmosferę.

Polecenie 2

Podaj przyczynę występowania ekstremalnie niskich temperatur w górnych warstwach egzosfery.

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową definicję atmosfery.

- Najbardziej zewnętrzna, gazowa część naszej planety. Składa się z mieszaniny gazów zwanej powietrzem.
- Strefa mająca związek z oddziaływaniem pola magnetycznego ziemskiego ze strumieniem korpuskularnego promieniowania słonecznego (tzw. wiatr słoneczny).
- Jest warstwą przejściową między stratosferą a mezosferą.

Ćwiczenie 2



Ułóż we właściwej kolejności warstwy atmosfery ziemskiej, zaczynając od warstw położonych najbliżej powierzchni Ziemi.

- termosfera
- stratopauza
- egzosfera
- mezosfera
- magnetosfera
- troposfera
- stratosfera
- tropopauza

Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Połącz w pary nazwy zjawisk i sfer, w których występują.

mezosfera, troposfera, jonosfera

zorza polarna	
obłoki srebrzyste	
chmury	

Ćwiczenie 5



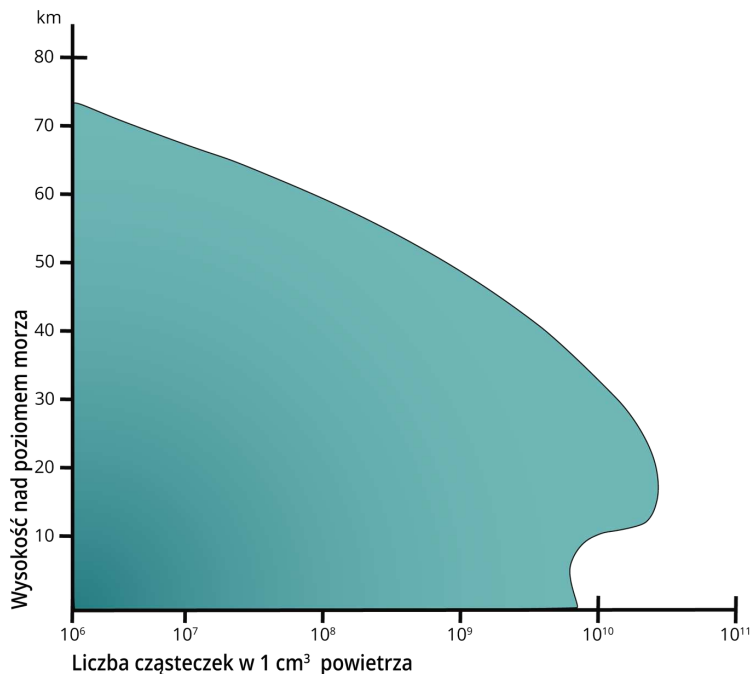
Narysuj wykres przedstawiający zmiany temperatury w poszczególnych warstwach atmosfery wraz z wysokością.

Źródło: A. Woś, *Meteorologia dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Ćwiczenie 6



Na wykresie przedstawiono koncentrację jednego ze składników atmosfery. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj jego nazwę i wyjaśnij, dlaczego jego ubytki są groźne dla naszej planety.



Źródło: A. Woś, *Meteorologia dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Ćwiczenie 7



Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Ćwiczenie 8



Na podstawie dostępnych źródeł informacji oceń wpływ magnetosfery na życie na Ziemi.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autorki: Ewa Malinowska

Przedmiot geografia

Temat zajęć: Profil pionowy atmosfery

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres rozszerzony, klasa I

Podstawa programowa

III. Dynamika procesów atmosferycznych: pionowa budowa atmosfery, zjawiska i procesy w atmosferze, przestrzenne zróżnicowanie elementów klimatu, strefy klimatyczne i typy klimatów.

Uczeń:

1) wykazuje związek między budową atmosfery a zjawiskami i procesami meteorologicznymi.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- omawia pionową budowę atmosfery,
- rozpoznaje poszczególne warstwy atmosfery i określa ich cechy,
- identyfikuje związki przyczynowo-skutkowe wpływające na pionowe zróżnicowanie cech atmosfery.

Strategie nauczania: asocjacyjna, badawcza (problemowa)

Metody nauczania: blended learning, IBSE

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w grupach, praca całego zespołu klasowego

Środki dydaktyczne: e-materiał, komputer, tablety, projektor multimedialny, arkusze papieru A3, pisaki, zeszyt przedmiotowy

Materiały pomocnicze

Kozuchowski K., *Meteorologia i klimatologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Wołoszyn E., *Meteorologia i klimatologia w zarysie*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009. Dostępne w internecie: pbc.gda.pl (dostęp 16.02.2021).

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Przedstawienie celów lekcji.
- Krótkie omówienie (przypomnienie) podstawowych pojęć dotyczących atmosfery i tworzących ją składników – pogadanka, pytania nauczyciela, odpowiedzi uczniów.

Faza realizacyjna

- Omówienie zasad wykonania zadania; zadaniem uczniów jest określenie charakterystycznych cech poszczególnych warstw atmosfery oraz stworzenie całościowego profilu pionowego atmosfery.
- Pogadanka nauczyciela na temat pionowego zróżnicowania atmosfery i charakterystyki poszczególnych warstw; podczas pogadanki uczniowie prowadzą notatki, szkicują schematy, wynotowują dane (alternatywnie uczniowie mogą wypełniać przygotowaną przez nauczyciela kartę pracy porządkującą informacje).
- Podział uczniów na 5 grup (liczebność grup określa nauczyciel), wskazanie każdej grupie warstwy atmosfery do opracowania (troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, egzosfera) i ujednoczonego sposobu prezentacji informacji.
- Praca w grupach – każda grupa na podstawie notatek oraz informacji z e-materiału charakteryzuje wskazaną do opracowania warstwę; informacje są zapisywane na arkuszu papieru; proponowany zakres informacji: wysokość, temperatura, ciśnienie, skład chemiczny, procesy (zjawiska) właściwe dla danej warstwy, ewentualnie inne elementy wskazane przez nauczyciela.
- Prezentacja przy tablicy przez poszczególne grupy opracowanych arkuszy, omówienie zawartych w nich informacji charakteryzujących poszczególne warstwy atmosfery; po prezentacji każdej warstwy krótka dyskusja z udziałem nauczyciela i pozostałych uczniów, której celem jest weryfikacja poprawności i ewentualne uzupełnienie informacji.
- Po zakończeniu wszystkich prezentacji stworzenie całościowego profilu pionowego atmosfery poprzez złożenie wszystkich arkuszy w całość.

- Podsumowanie prezentowanych treści mające na celu określenie prawidłowości pionowego zróżnicowania cech atmosfery, wykorzystujące interaktywną grafikę z e-materiału.
- Prośba nauczyciela o wykonanie kilku wskazanych ćwiczeń z e-materiału i przedstawienie rezultatów pracy.

Faza podsumowująca

- Podsumowanie i utrwalenie nowej wiedzy poprzez zadawanie pytań przez nauczyciela i udzielanie odpowiedzi przez uczniów.
- Ocena aktywności i przypomnienie celów zajęć.

Praca domowa

- Wykonanie ćwiczeń zawartych w e-materiale (wskazane przez nauczyciela).
- Zapoznanie się z pozostałymi informacjami z e-materiału.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Grafika interaktywna oraz inne grafiki zamieszczone w e-materiale mogą być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji – uczeń samodzielnie określa cechy charakterystyczne poszczególnych warstw budujących atmosferę. Podczas lekcji, w fazie realizacyjnej, uczniowie prezentują wyniki swojej pracy i nad nimi dyskutują, starając się zidentyfikować związki przyczynowo-skutkowe.

Grafikę interaktywną zamieszczoną w e-materiale wraz z warstwą tekstową i ćwiczeniami można wykorzystać podczas lekcji poświęconych zagadnieniom zmian klimatu, efektu cieplarnianego, zmniejszania się zawartości ozonu itp. (zakres rozszerzony: XVIII. 1) oraz w trakcie zajęć mających na celu powtórzenie materiału z bloku tematycznego dotyczącego atmosfery (zakres rozszerzony: III).