

**Wydział Fizyki i
Informatyki
Stosowanej AGH**

25 lutego 2013 r.

EFEKT CIEPLARNIANY

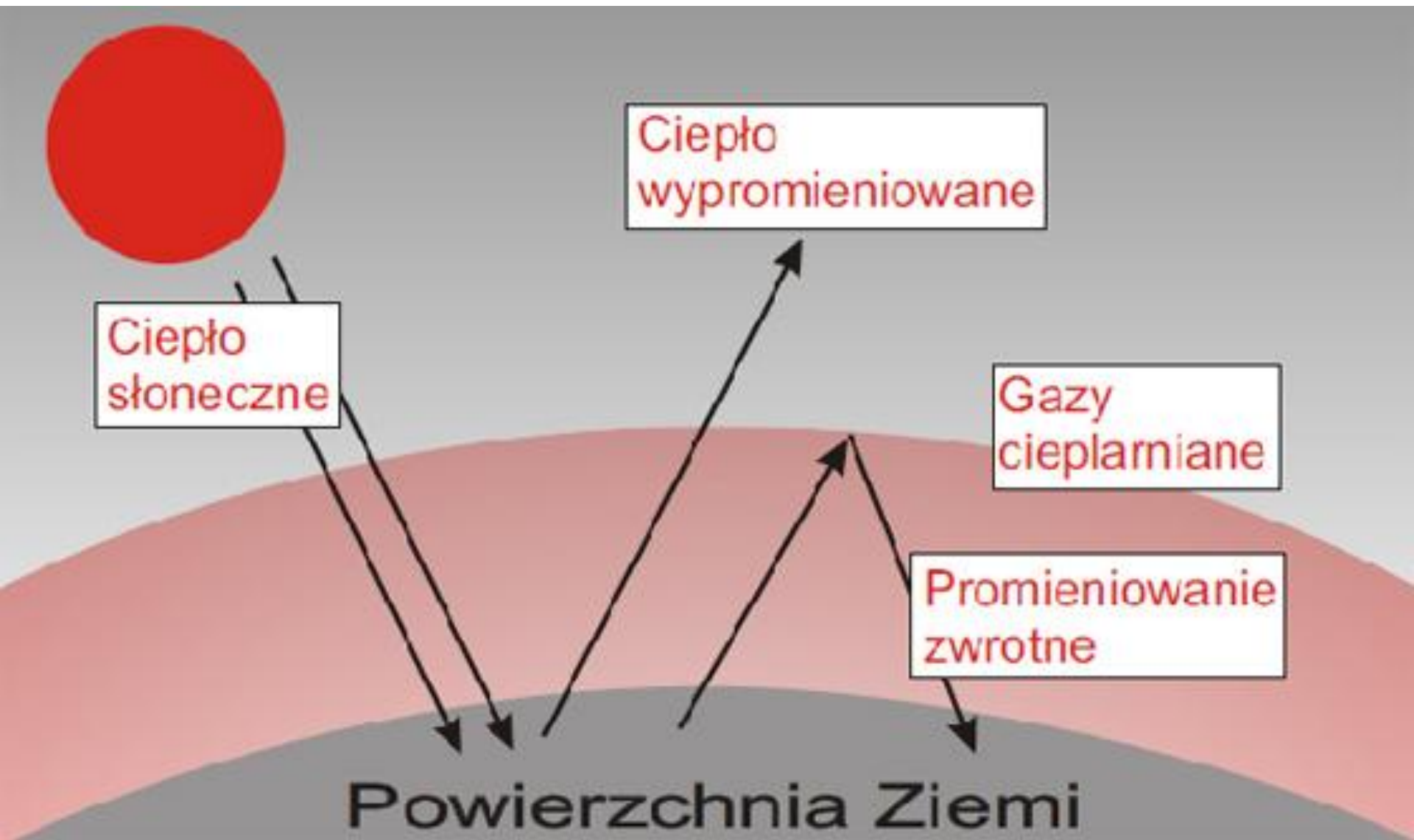
Bibliografia

1. Dorinda Outram „Panorama Oświecenia”
Wyd. Arkady, Warszawa, 2008
2. A.K. Wróblewski” Historia Fizyki”, Wyd.
PWN Warszawa, 2007
3. Carolyn Fry „Świat, największe wyzwania
ekologiczne”, Wyd. Elipsa, 2008
4. Internet 2012

Historia Fizyki

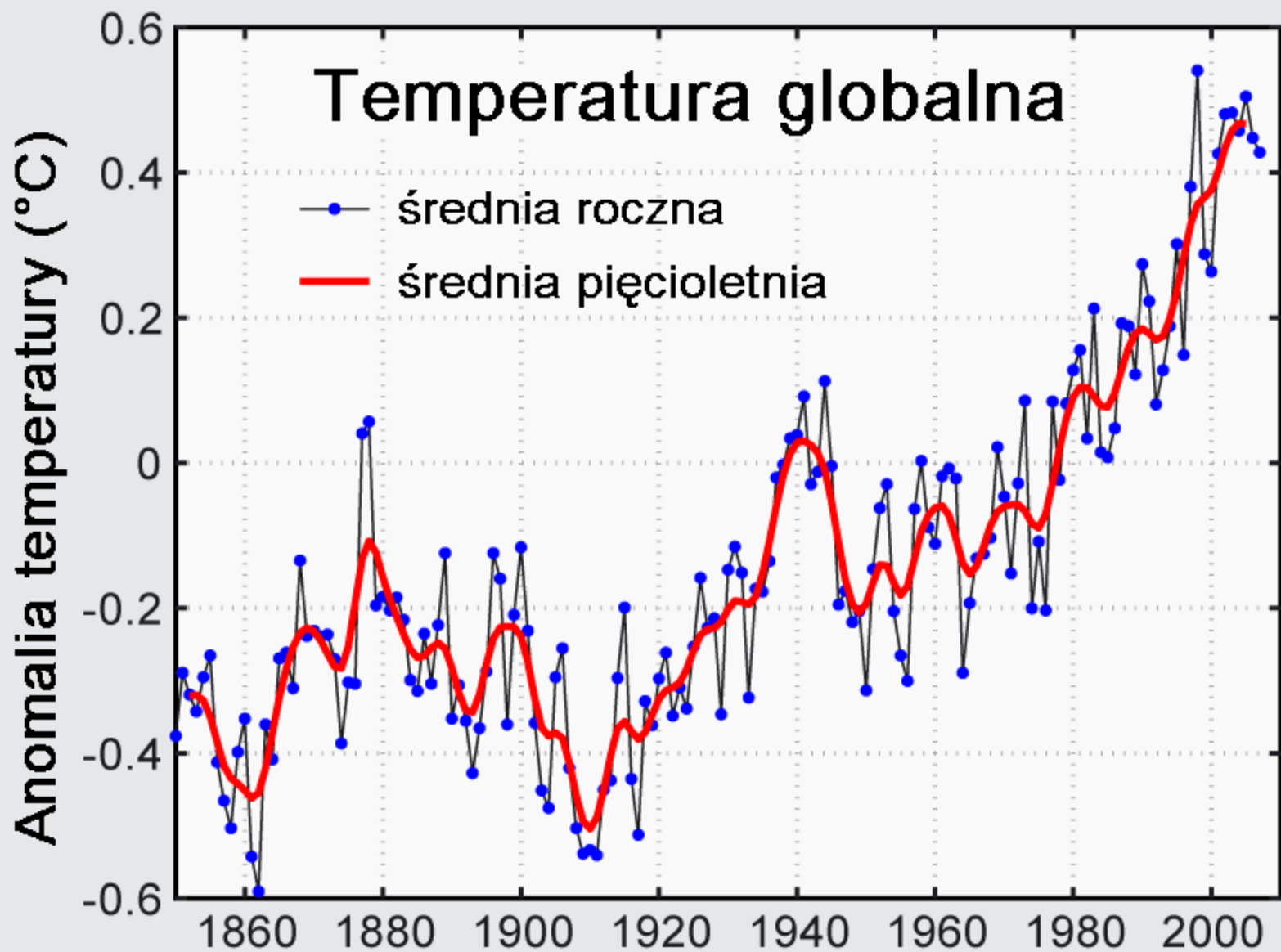
- **Badania wybranych zjawisk fizycznych** (Arystoteles, Leonardo da Vinci, M. Kopernik i i.)
- Synteza danych doświadczalnych, **formułowanie zasad fizycznych** (I. Newton)
- **Rozwój teorii fizycznych** (J.C. Maxwell, A. Einstein)
- **Podział fizyki na progu XX w.** (mechanika, akustyka, termodynamika, elektryczność, optyka)
- Nazwy Zakładów Fizyki AGH: **KF I i II, IFTJ, ZFFSkond., (K i Z)FCS, ZFJ, ZFWE i i.**

**Ponad 200 lat było
potrzebnych aby ludzie
zidentyfikowali efekt
cieplarniany, poznali jego
mechanizm i potrafili wydzielić
składową pochodzenia
antropogenicznego.**



Efekt cieplarniany

zjawisko podwyższenia temperatury planety
**powodowane obecnością nadmiaru
gazów cieplarnianych w atmosferze.**



Widmo spektralne światła słonecznego





Sir Isaak Newton 1643-1727

Był profesorem matematyki w Cambridge. Żył samotnie koncentrując się na pracy naukowej. Miał trudny charakter.

W publikacji „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”, **sformułował zasady dynamiki i prawo powszechnego ciążenia (1686 r.)**

Został pochowany w r.1727 w Westminster Abbey,
a na barokowym grobowcu widnieje napis:

**„...Sibi gratulentur mortales, tale tatumque
exstitisse humani generi decus...”**

**(Niech się radują śmiertelni, że istniała taka
ozdoba rodzaju ludzkiego)**

Był też

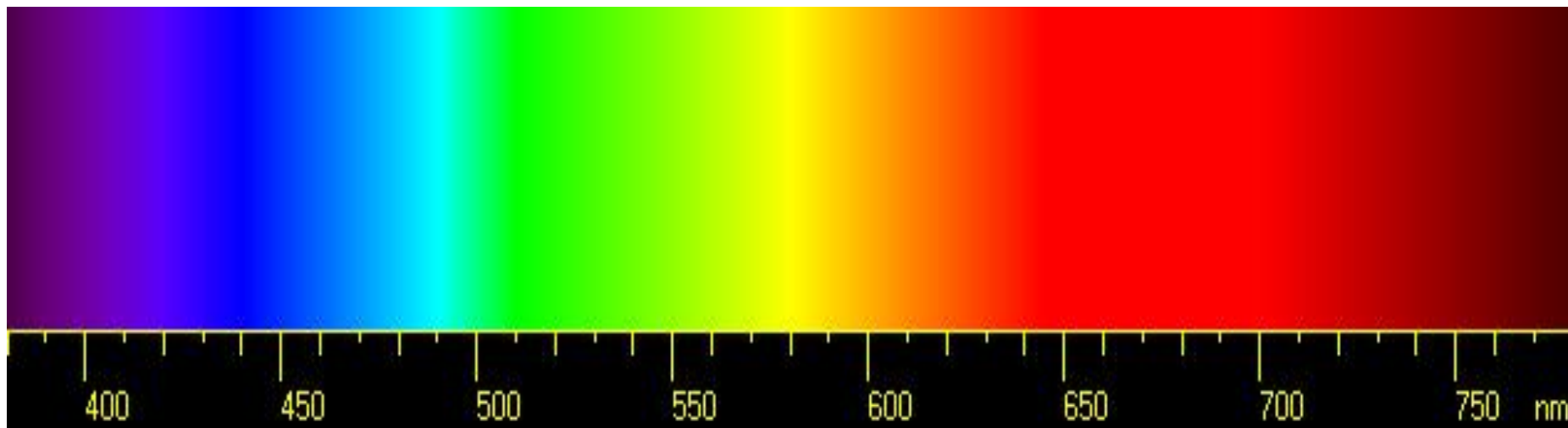
pierwszym, który zdał sobie sprawę, że widmo barw obserwowane podczas padania białego światła na pryzmat **jest cechą padającego światła**, a nie pryzmatu, jak głosił 400 lat wcześniej Roger Bacon (1214 r.)



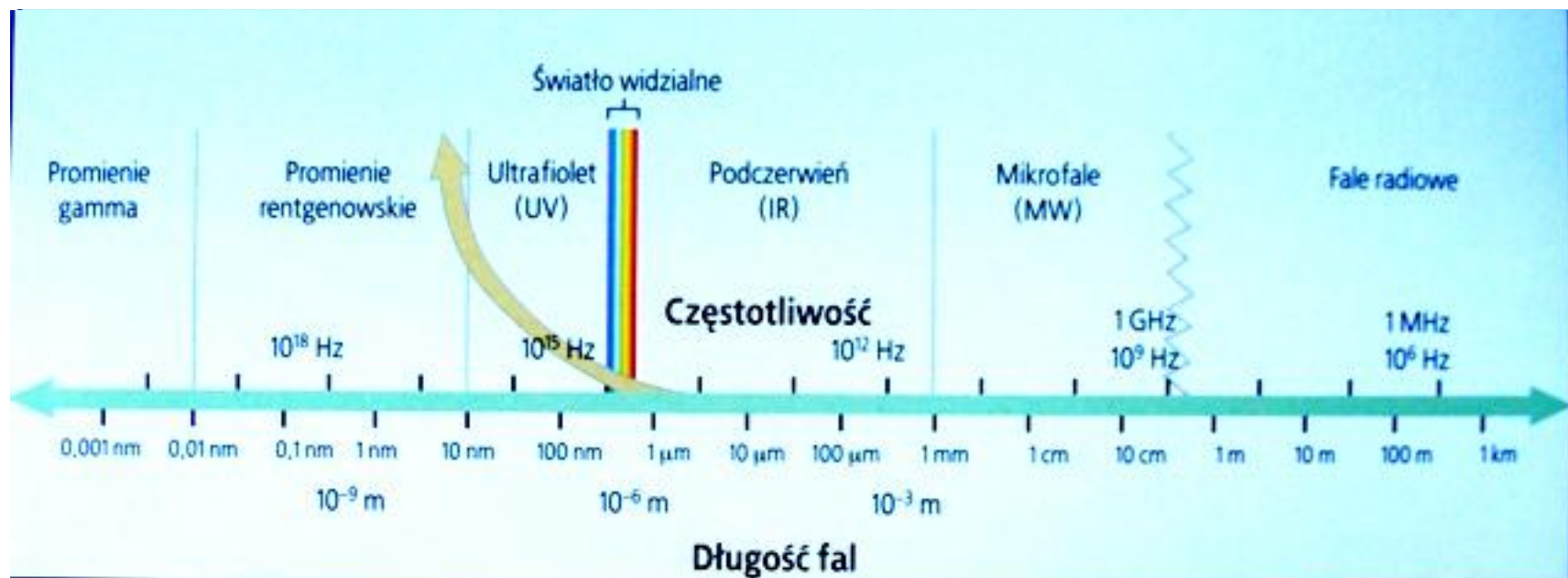
UV-ultrafiolet



IR-podczerwień



Widmo spektralne światła białego



Efekt cieplarniany

Efekt cieplarniany jest łatwy do zrozumienia. Słońce wytwarza energię w postaci promieniowania o różnej długości fal. Około 7–8% energii tego promieniowania to fale krótsze niż fale światła widzialnego, takie jak ultrafiolet. Znacznie więcej

Dla szkła sodowego pasma absorpcji leżą tuż za granicami widzialności; **dlatego szyby okienne poza światłem widzialnym nie przepuszczają ani promieniowania UV ani IR.**

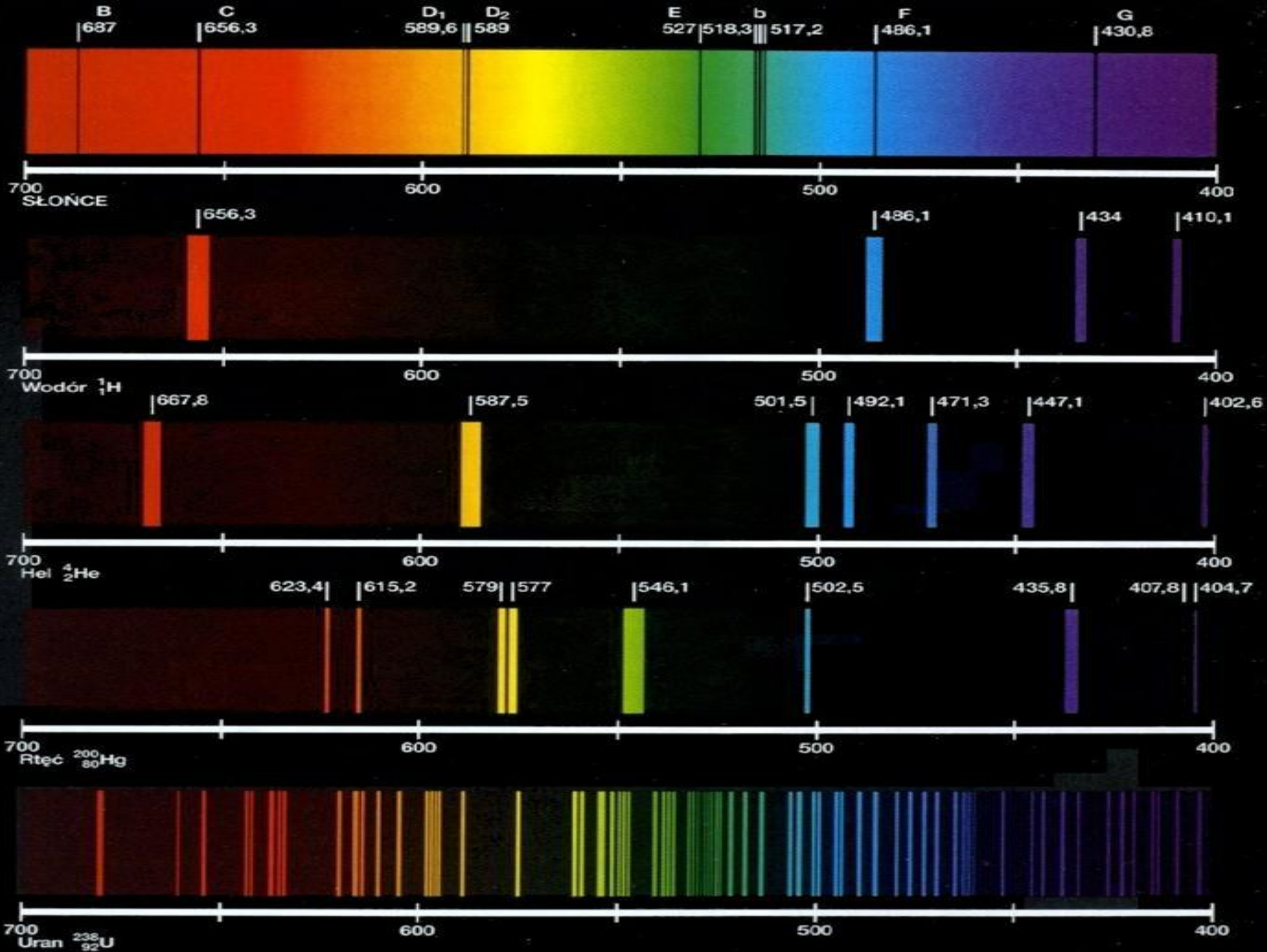


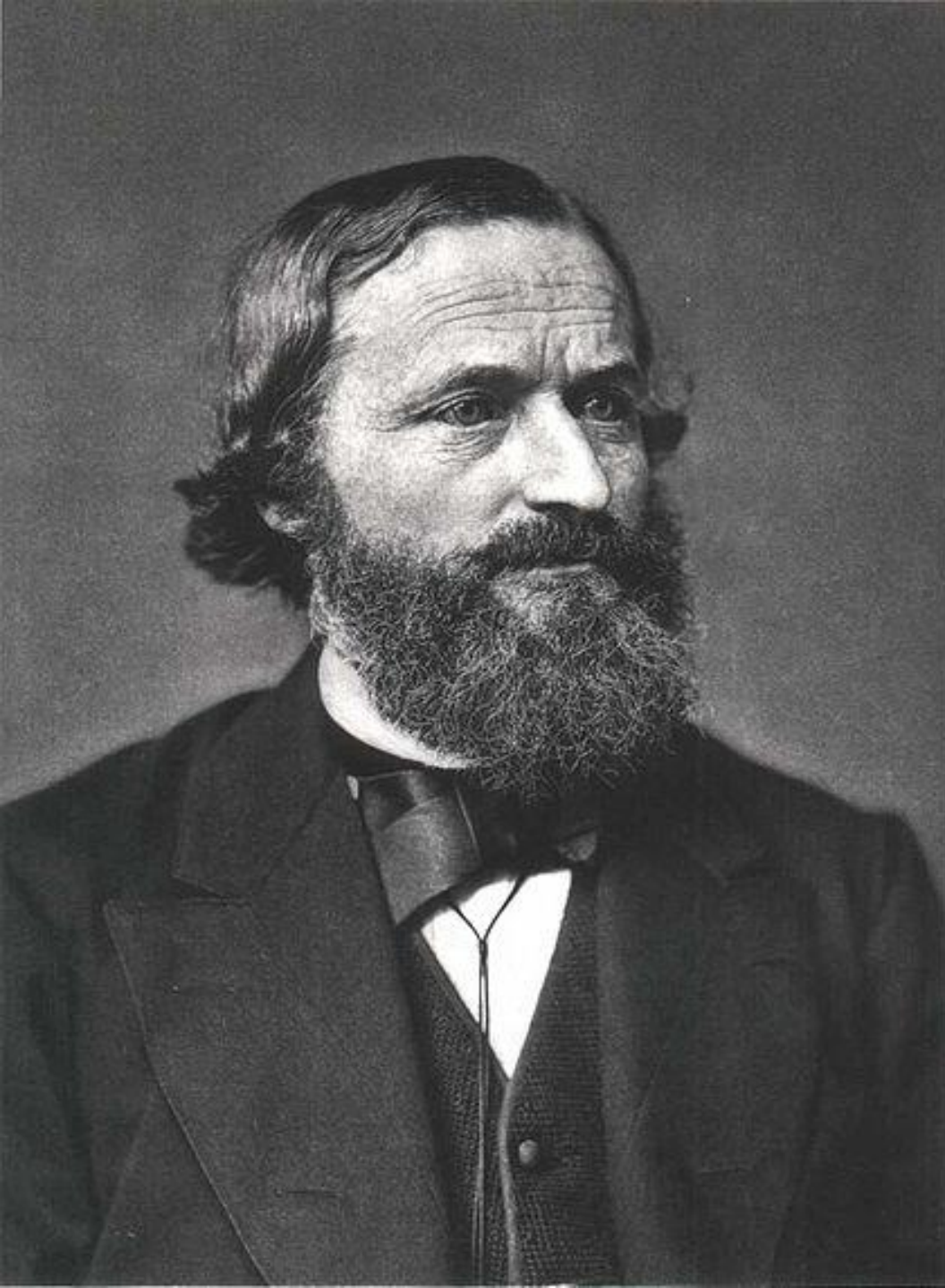
**Joseph von Fraunhofer
1787-1826**

**Za pomocą pryzmatu
odkrył w widmie słońca
linie absorpcyjne.**

**W 1814 r. wynalazł
spektroskop.**

**Zaobserwował, że widma
gwiazd różnią się, czym
**zapoczątkował
spektroskopię
astronomiczną.****





Gustaw Robert

Kirchhoff

1824-1887

Niemiecki fizyk, twórca **prawa promieniowania cieplnego dotyczącego zależności między zdolnością emisyjną i absorpcyjną**, oraz praw dotyczących obwodów elektrycznych



Widmo ciągłe



Linie emisyjne



Linie absorpcyjne

Prawa spektroskopii Kirchhoffa - trzy doświadczalne prawa spektroskopii sformułowane przez [Gustava Kirchhoffa](#).

1. Rozgrzane ciało stałe emituje światło ciągłym widmie.

2. Rozgrzany rozrzedzony gaz emituje światło z liniami emisyjnymi o określonych długościach fali (kolorach)

3. Rozgrzane ciało stałe otoczone przez chłodniejszym rozrzedzony gaz emituje niemal ciągłe spektrum, które posiada linie absorpcyjne o określonych długościach fali.

Kirchhoff w tym czasie **nic jeszcze nie wiedział o istnieniu poziomów energetycznych w atomach.**



Niels Bohr

1885-1962

W 1913 roku opublikował pracę, w której opisał swój

model budowy atomu wodoru.

W roku 1922 otrzymał nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za **"badania struktury atomów oraz emitowanego przez nie promieniowania"**

Dalsze orbity zawierają więcej elektronów niż bliższe, co tłumaczy **chemiczne własności pierwiastków**.

Elektron może przemieszczać się pomiędzy poszczególnymi orbitami **dzięki emisji lub pochłanianiu fotonów**.

Postulaty Bohra stały się podstawą mechaniki kwantowej.



Max Karl Ernst Planck

1858-1947

Niemiecki fizyk.

W roku `1900 pracując nad teorią promieniowania emitowanego przez ciała doskonale czarnego zmodyfikował prawo Wiena, wprowadzając do wzoru nową stałą fizyczną, **nazwaną następnie jego nazwiskiem**. W 1918 r. został laureatem **Nagrody Nobla**.

Miał 2 synów. Jeden zginął w r.1916 pod Verdun, drugiego skazano na śmierć za udział w spisku na Hitlera.

Sformułował koncepcję, zgodnie z którą energia może być emitowana tylko w określonych porcjach, zwanych kwantami.

Koncepcja ta dała początek mechanice kwantowej.



Sir Chandrasekhar Venkata Raman (1888-1970)

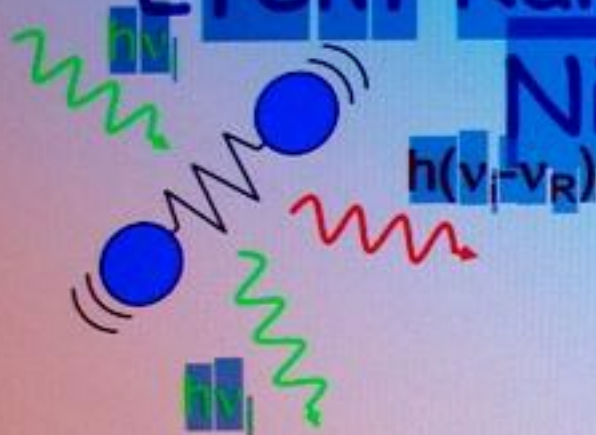
Sir Chandrasekhar Venkata Raman (1888-1970)

Fizyk hinduski, **laureat nagrody Nobla 1930 r.**

Odkrył, że **kiedy światło przechodzi przez przezroczysty materiał, część jego które ulega odchyleniu (rozproszeniu), zmienia swoją długość.**

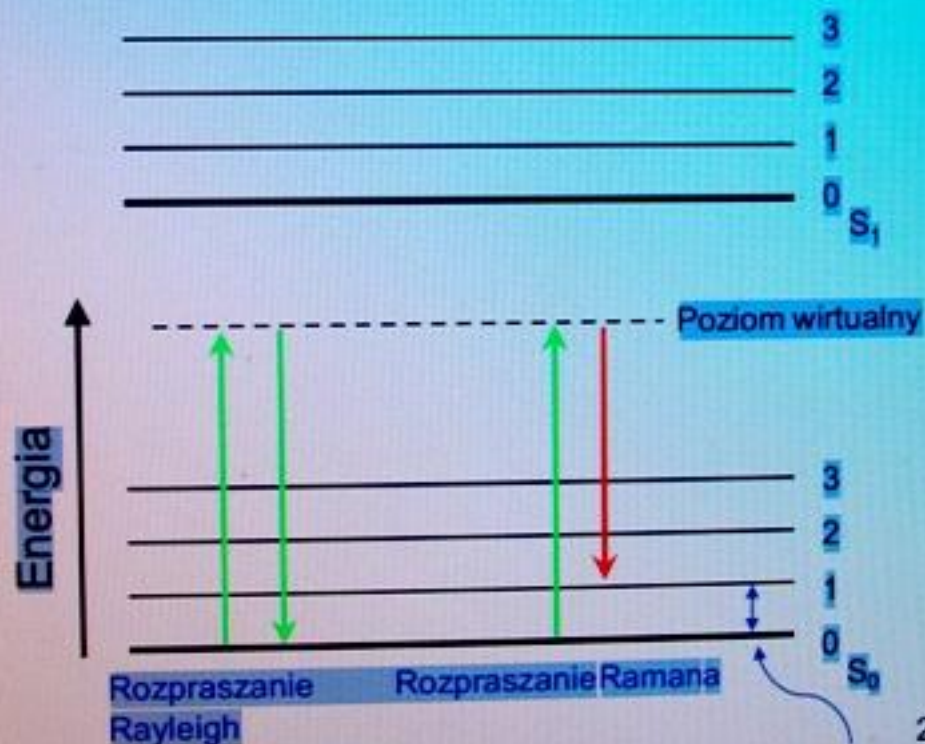
Zjawisko to nosi obecnie nazwę „rozproszenia Ramana”, lub „efektu Ramana”

Efekt Ramana : Rozpraszanie Nieelastyczne



Nieelastyczne rozpraszanie

- Energia przekazywana jest z padającego światła do oscylacji cząsteczek
- Emitowane światło ma mniejszą energię ($\lambda_i < \lambda_r$)



Dwuatomowe drobiny (molekuły) tlenu (O_2) i azotu (N_2) i jednoatomowego argonu (Ar)

nie pochłaniają (!)

promieniowania

w zakresie fal o długości **ok. $10 \mu m$** i dlatego **nie wpływają na efekt cieplarniany.**

Natomiast molekuly 3-j (lub więcej) atomowe, jak para wodna (H_2O), dwutlenek węgla (CO_2), ozon (O_3), metan (CH_4), freony (CFC) i gazy przemysłowe (HFC , PFC , SF_6) pochłaniają promieniowanie w tym zakresie długości fali (**wzbudzenie poziomów oscylacyjnych molekuł**) **wywołując efekt cieplarniany.**

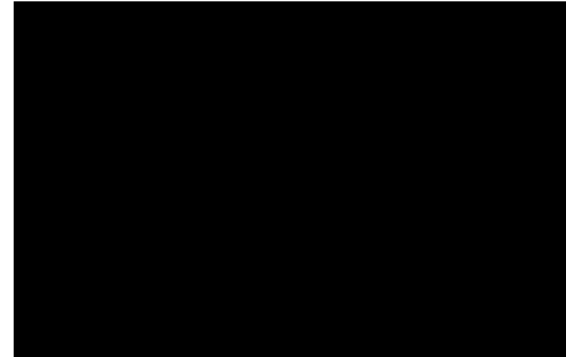
Na czym polega zjawisko Ramana?



Odbicie i absorpcja światła



**Kiedy odbijają
100% padającego
światła są idealnie
białe.**

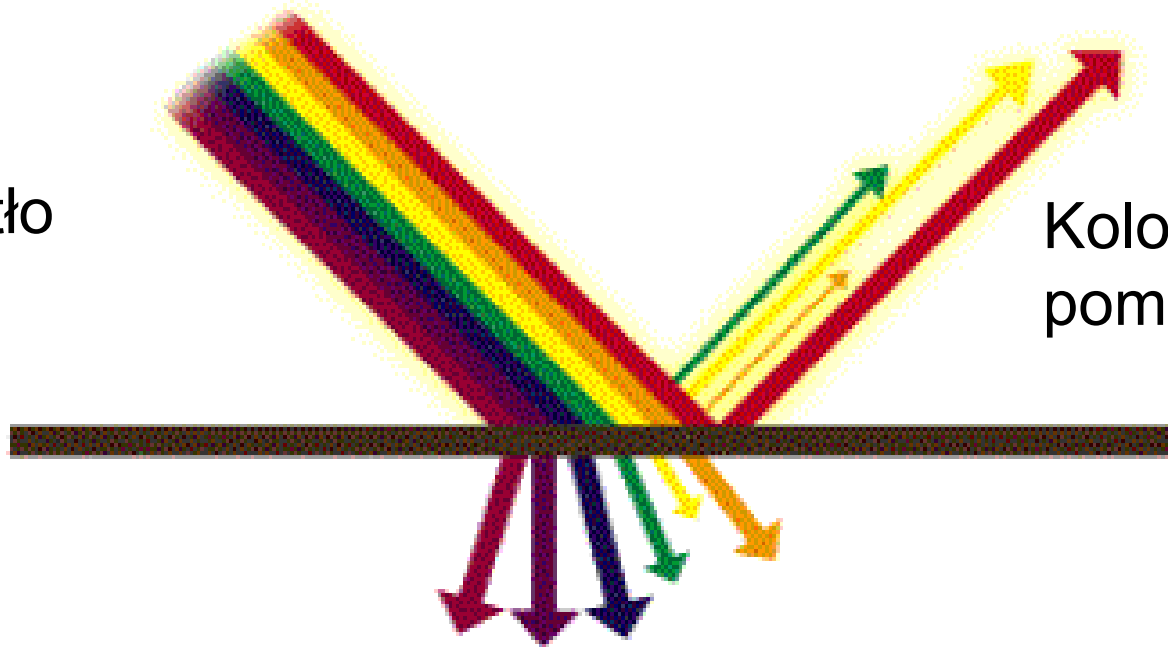


**Jeśli pochłaniają
100% widma,
widzimy je jako
czarne.**

**Substancje stałe w różnym stopniu pochłaniają
światło o różnych długościach fali.**

To co postrzegamy jako kolor, to **efekt selektywnego pochłaniania i odbicia tylko określonego pasma widma światła.**

Światło
białe



Kolor
pomarańczowy

Absorpcja - selektywne pochłanianie światła

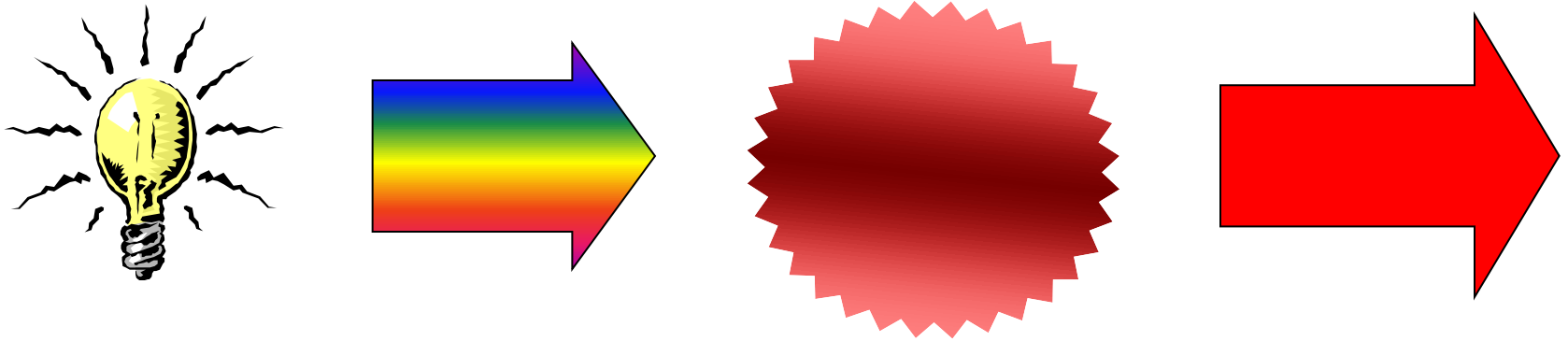
Co się dzieje z energią promieniowania pochłoniętego?

Zamienia się na ciepło!



Latem, podczas upałów i dobrej pogody **powierzchniowa, około 10 centymetrowa, warstwa piasku na plaży silnie się nagrzewa**, absorbując duże ilości światła słonecznego. Nocą, powstałe ciepło zostaje **wypromieniowane w paśmie podczerwieni**; Następnego dnia rano plaża jest znowu chłodna.

Schemat selektywnej absorpcji światła



Cząstka hemoglobniny

- Hemoglobina ma kolor czerwony!
- silnie absorbuje promieniowanie żółte, zielone i niebieskie a przepuszcza czerwone

Niektóre z takich substancji znalazły zastosowanie **jako pigmenty do farb, lub filtrów światła białego.**

Rozpraszanie światła

Proces rozpraszania

Ośrodek **gazowy zawiera molekuły lub atomy oraz cząstki obce** (kurz, krople wody, itp.).

Wymiar molekuł ośrodka wynosi około 0.1 nm, podczas gdy obce cząstki to zbiory molekuł o wymiarach znacznie większych (o kilka rzędów wielkości).



**Lord Rayleigh,
właściwie John William
Strutt (1842-1919)**

**Brytyjski fizyk,
profesor uniwersytetu w
Cambridge,
laureat Nagrody Nobla w
roku 1904.**

**Opisał m.in. zjawiska
rozpraszania światła na
cząsteczkach mniejszych
od długości jego fali
(tzw. Rozpraszanie
Rayleigha).**

Rozróżnia się rozpraszanie światła:

- * **sprężyste (Rayleigha)**, - podczas rozpraszania nie następuje zmiana energii (częstotliwości fali świetlnej)
- * **niesprężyste (Ramana)** – podczas rozpraszania zmienia się energia (częstotliwość fali świetlnej)

Kommentar...

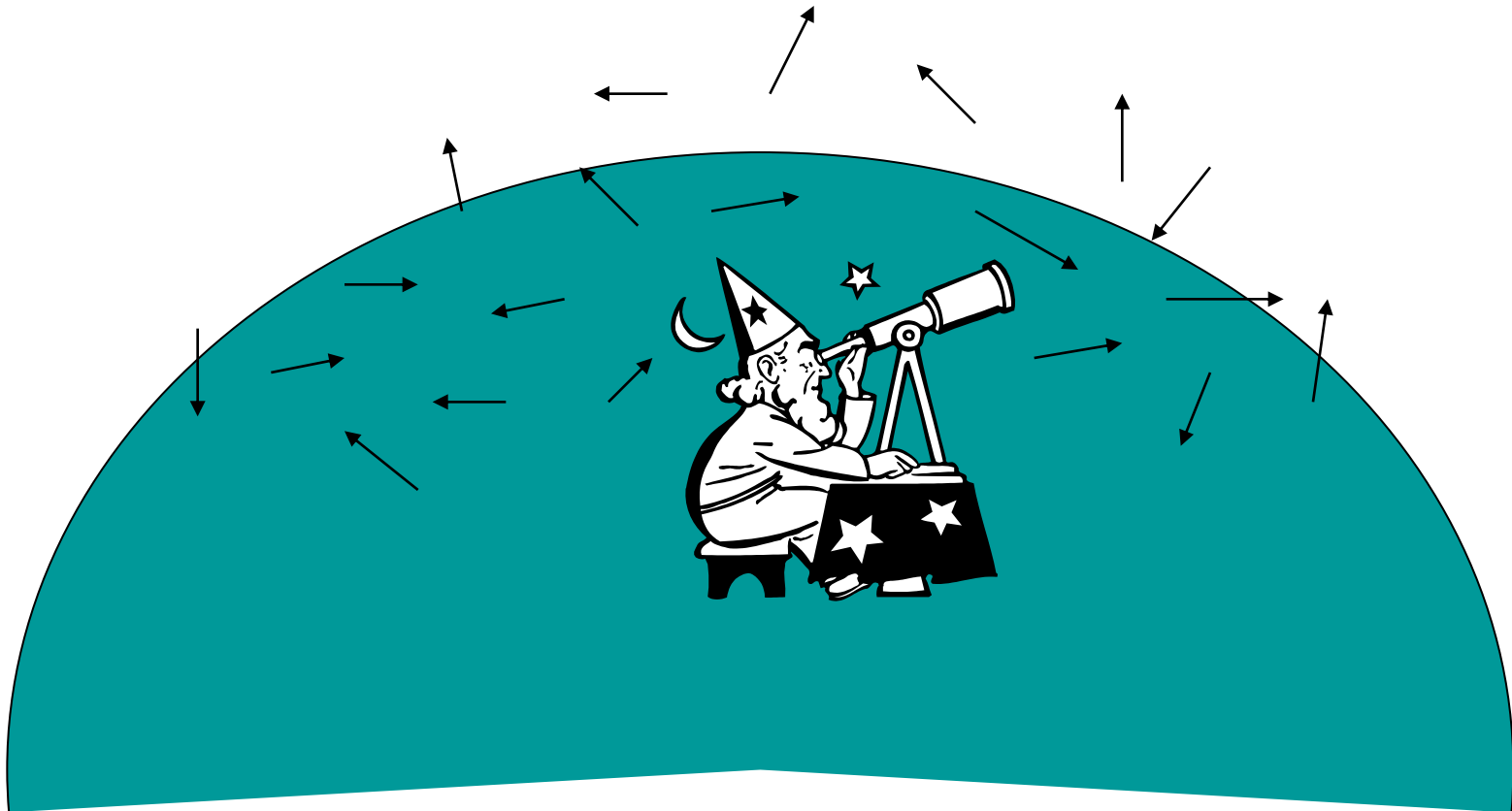
Oddziaływanie światła słonecznego z atmosferą

Dlaczego niebo jest niebieskie?



Światło czerwone rozprasza się nawet 9-krotnie słabiej niż fioletowe

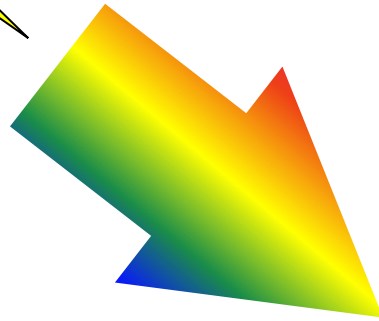
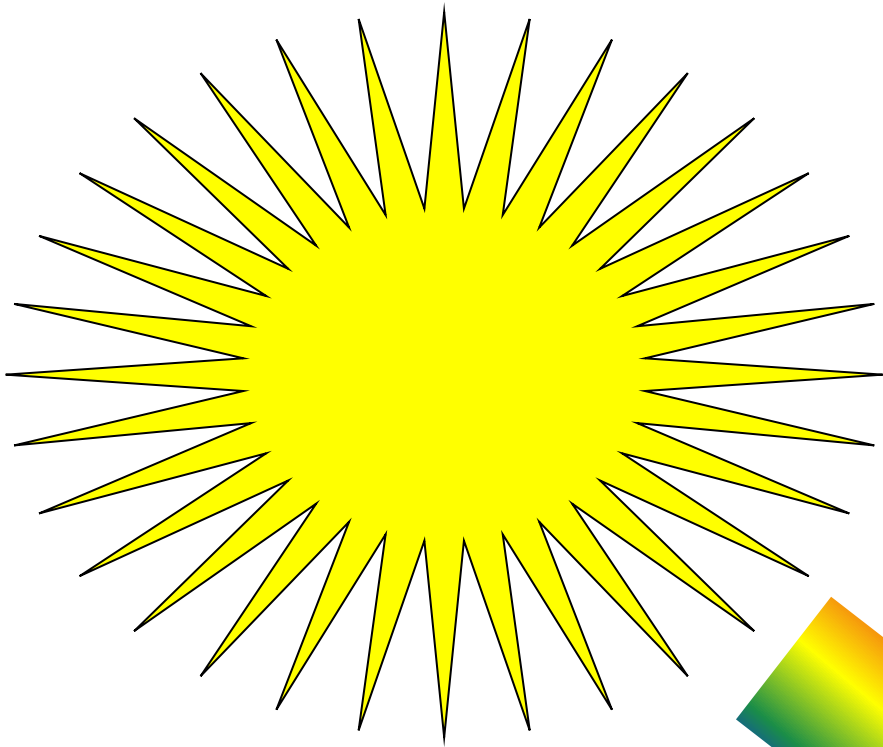
...bo niebieskie kwanty światła
słonecznego szczególnie łatwo się
rozpraszają już w stratosferze...



W rezultacie rozproszone ***światło niebieskie***
dociera do nas ze wszystkich stron nieba

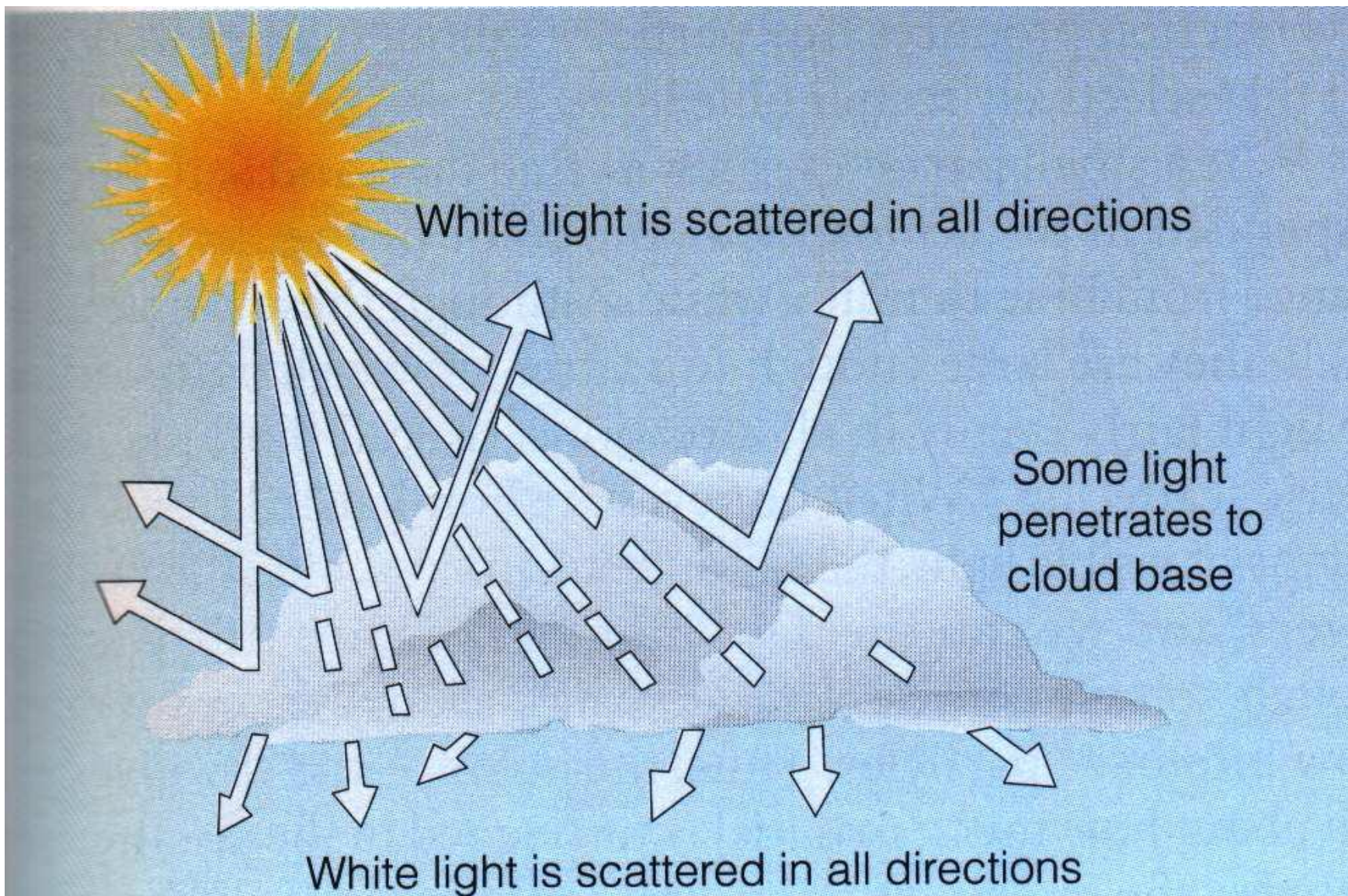
podczas gdy

inne długości fal rozchodzą się prosto od
słońca rozpraszane w znacznie mniejszym
stopniu



**Kropelki chmur o średnicy około $10\ \mu\text{m}$ są
wystarczająco duże,**

**aby odbijać światło o wszystkich długościach
fal.**



Małe kropelki w chmurze rozpraszają światło we wszystkich kierunkach, co sprawia, że wydają się białe.





**Efekt
cieplarniany
(szklarniowy)**



Nowoczesna szklarnia w Wislej, w Wielkiej Brytanii



Światło
widzialne



Podczerwień



Rozgrzane
szkło (50°)



20°

50°



Efekt cieplarniany

Część promieniowania słonecznego jest odbijana przez atmosferę i powierzchnię planety

słońce

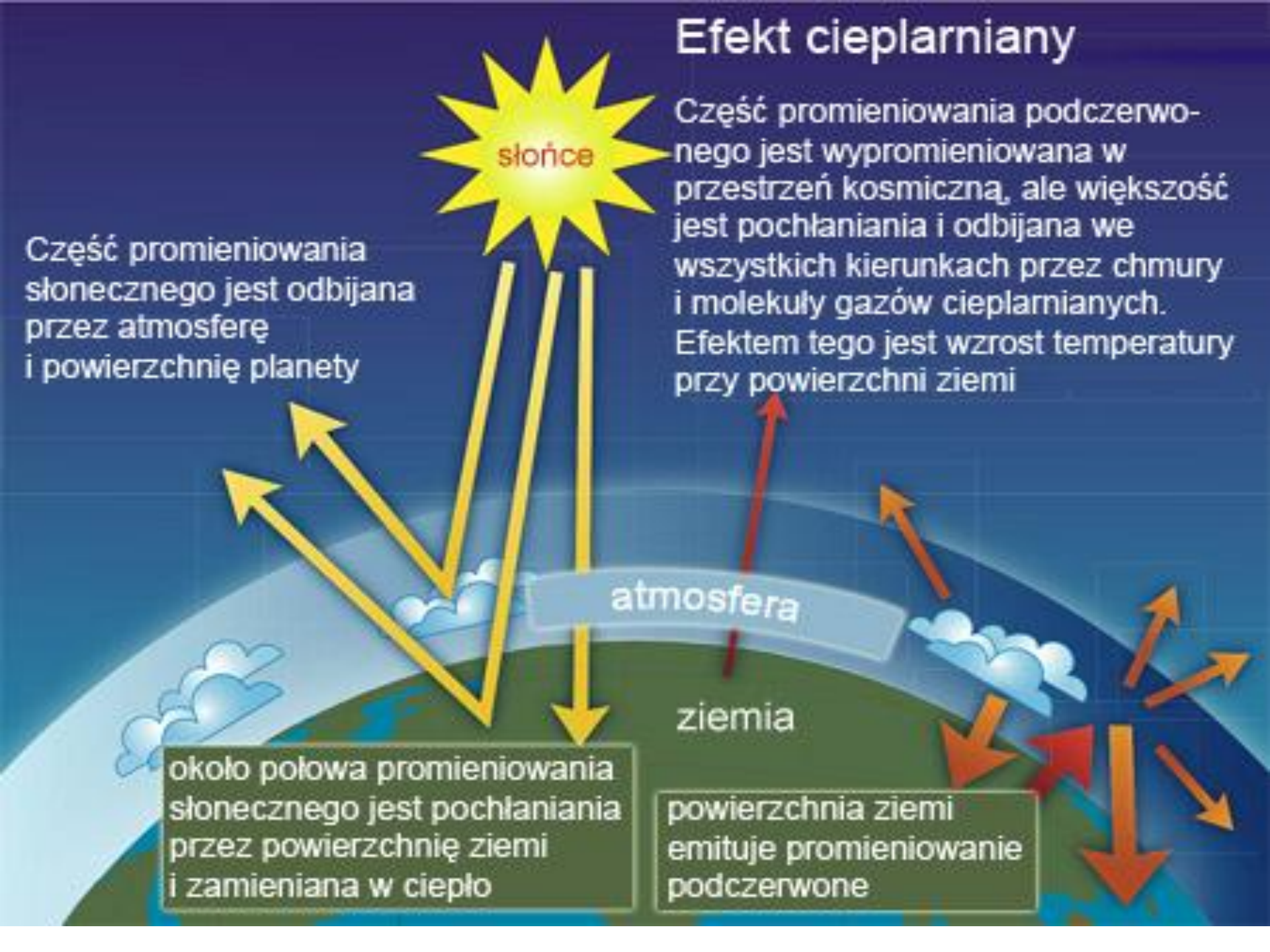
Część promieniowania podczerwonego jest wypromieniowana w przestrzeń kosmiczną, ale większość jest pochłaniana i odbijana we wszystkich kierunkach przez chmury i molekuly gazów cieplarnianych. Efektem tego jest wzrost temperatury przy powierzchni ziemi

atmosfera

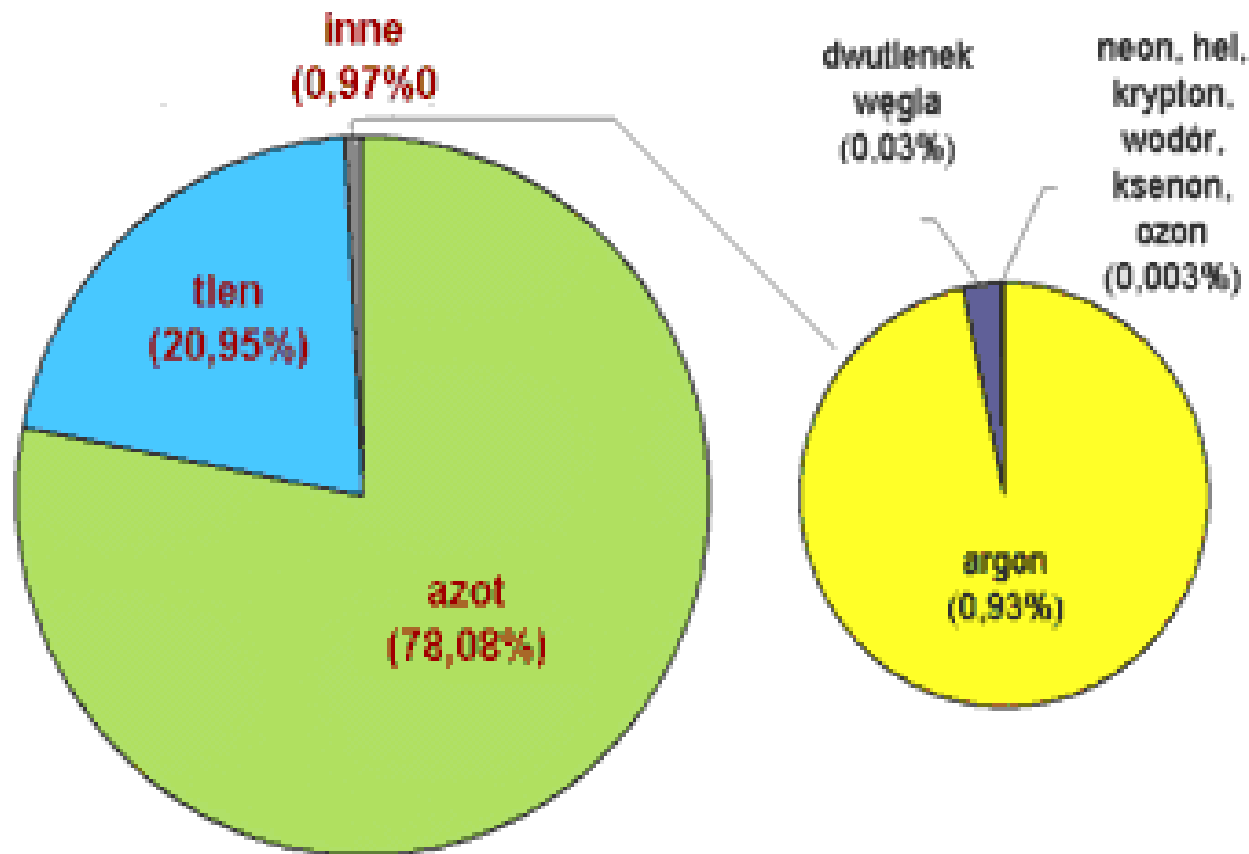
ziemia

około połowa promieniowania słonecznego jest pochłaniana przez powierzchnię ziemi i zamieniana w ciepło

powierzchnia ziemi emituje promieniowanie podczerwone



Atmosfera ziemiska



Rys. T. Kasprowicz

Powietrze składa się **ze składników stałych** i **składników zmiennych**, tj. takich, których zawartość zmienia się w czasie i przestrzeni. **Składniki zmienne nazywane są domieszkami**

Najważniejszą domieszką **powietrza jest para wodna**, której zawartość zmienia się w znacznych granicach i przy powierzchni Ziemi waha się od prawie 0 % (zimne krainy polarne, pustynie gorące) do 4 % (strefa równikowa).

Z innych domieszek, wpływających na rozpraszanie światła w atmosferze, można wymienić też składniki mineralne i organiczne, do których należą:

pyły, sadza, związki siarki, sole i bakterie.

**Naturalny efekt
cieplarniany**

Przyjmuje się, że pewna ilość gazów cieplarnianych, takich jak **CO₂ i H₂O** była **niezmienna w atmosferze ziemskiej od dawna** (co najmniej 100.000 lat), choć mogła ulegać okresowym fluktuacjom.

**Istniała wiekowa równowaga w
pomiędzy ich dopływem i usuwaniem z
atmosfery** (zamknięty cykl obiegu w
przyrodzie).

Efekt cieplarniany (naturalny), jest zjawiskiem korzystnym dla kształtowania warunków życia na Ziemi. Szacuje się, że podnosi on temperaturę powierzchni o 20 – 34 °C. Średnia temperatura naszej planety wynosi 14 – 15 °C.

Gdyby naturalny efekt cieplarniany nie występował, przeciętna temperatura Ziemi wynosiłaby ok. $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tak się działo do czasu ery uprzemysłowienia,
kiedy działalność ludzka naruszyła tę równowagę i
zaczęła wprowadzać do atmosfery znaczące ilości
gazów cieplarnianych.

**Antropogeniczny
efekt
cieplarniany**

Gazy składające się z molekuł 3 lub więcej atomowych oddziałują z promieniowaniem elektromagnetycznym w zakresie podczerwieni (absorpcja i rozpraszanie).

W szczególności ich część pochodzenia antropogenicznego, jest odpowiedzialna za powstawanie efektu cieplarnianego na ziemi.

Gazy

cieplarniane

Z pośród ponad 30 dotychczas zidentyfikowanych gazów cieplarnianych w poniższej tabeli przedstawiono 4 najważniejsze

Gaz	Poziom przed 1750 r.	Obecny poziom	Wzrost od 1750 r.	Wymuszenie radiacyjne (W/m²)
Dwutlenek węgla	280 ppm	387ppm	104 ppm	1,46
Metan	700 ppb	1745 ppb	1045 ppb	0,48
Podtlenek azotu	270 ppb	314 ppb	44 ppb	0,15
CFC-12	0	533 ppt	533 ppt	0,17

Pochłanianie promieniowania długofalowego w w atmosferze:

H_2O ($< 4 \mu\text{m}$, $6.3 \mu\text{m}$, $> 9 \mu\text{m}$)

CO_2 (13-17 μm)

O_3 (9.7 μm)

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (4-8 μm)

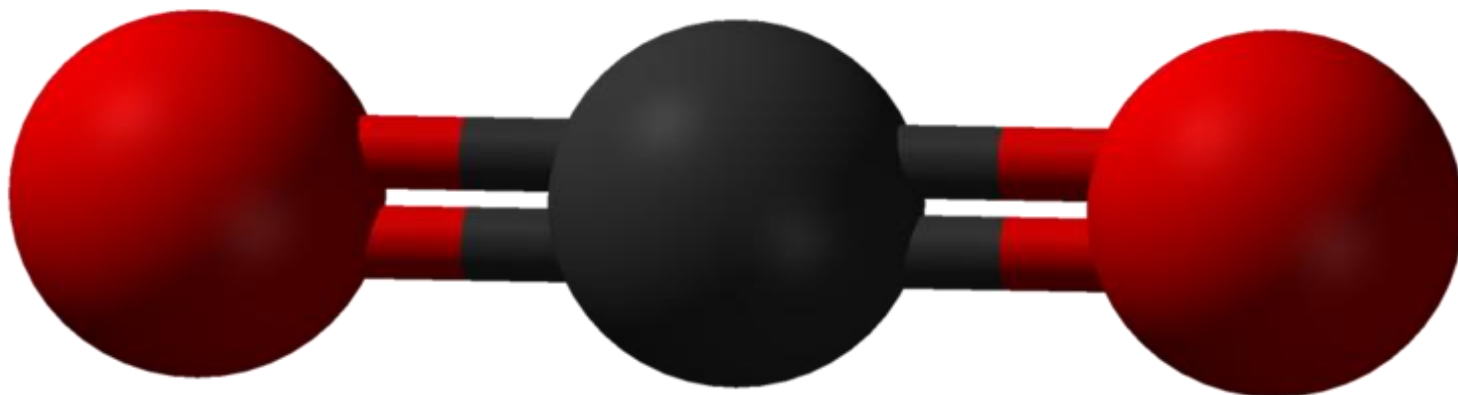
okno atmosferyczne (9-11 μm)

**Dwutlenek
węgla**

W powstawaniu efektu cieplarnianego odgrywa **najważniejszą rolę; jego udział wynosi 50%.**

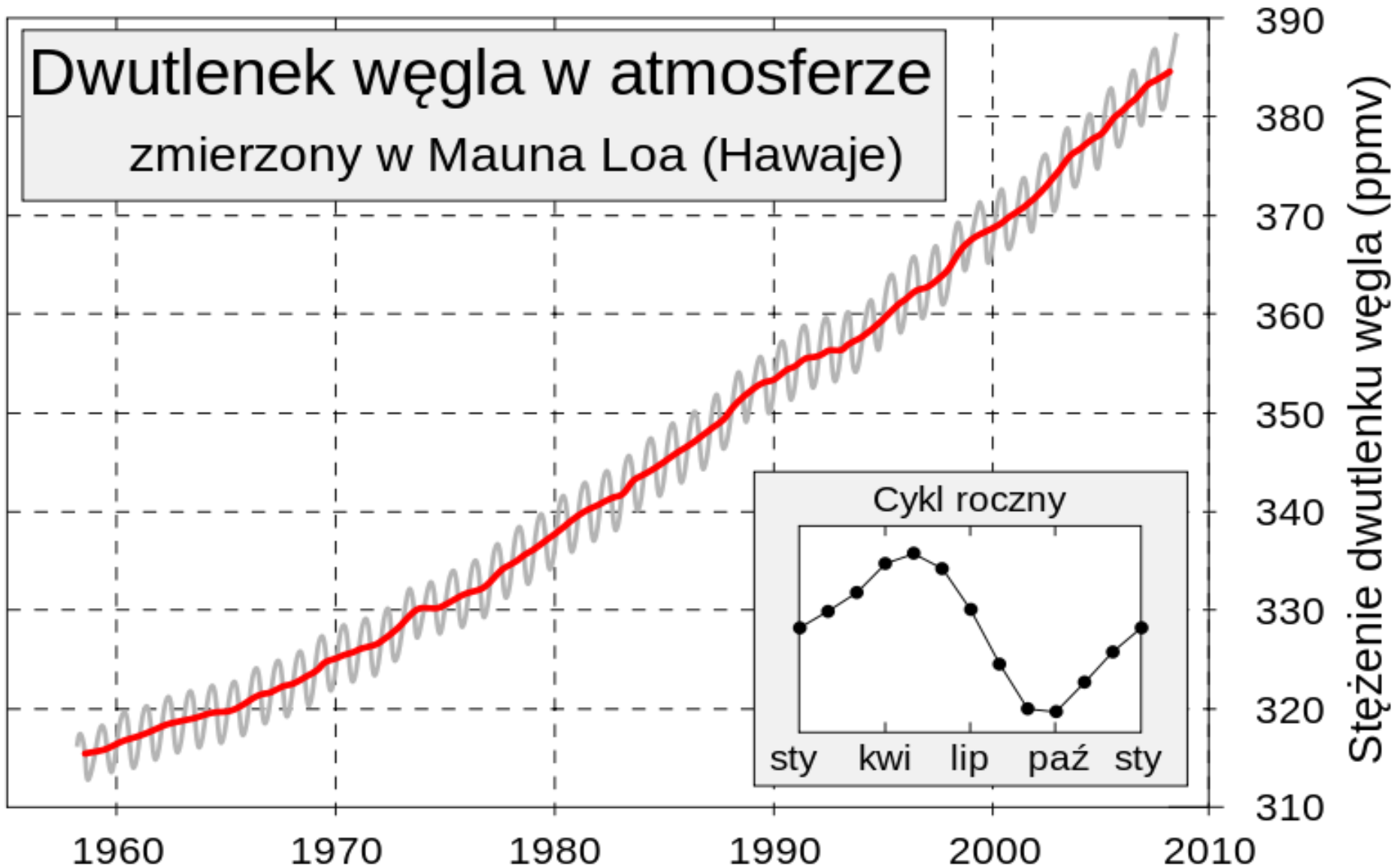


116.3 pm



Schematy drobiny dwutlenku węgla CO₂

Tak wysoki udział CO₂ w efekcie cieplarnianym, **mimo najmniejszej efektywności pochłaniania promieniowania podczerwonego**, jest możliwy dzięki jego wysokiej zawartości w atmosferze - ok. 0,03% (zaw. objętościowa).



Krzywa Keelinga: Stężenie dwutlenku węgla (CO₂) w atmosferze jako funkcja czasu. Pomiar jest dokonywany w [Obserwatorium Mauna Loa](#).

O działaniach mających na celu ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery rozmawiano w czerwcu 1992 na tzw. "Szczycie Ziemi" w Rio de Janeiro w Brazylii.

Uchwalono tam tzw. Ramową Konwencję, która uzupełniała tzw. Protokół Montrealski z 1987 r, z postanowieniami w sprawie zmniejszenia emisji CO₂, CH₄ i N₂O.

Dwutlenek węgla jest produktem **spalania i oddychania**. Jest wykorzystywany przez rośliny w procesie **fotosyntezy**.

Tworzy się w procesach utleniania i fermentacji substancji organicznych. **Występuje w kopalniach, cukrowniach, gorzelniach, wytwórniach win, silosach zbożowych, browarach i studzienkach kanalizacyjnych.**

Emisja CO₂ związana z przemysłem, połączona z gwałtownym zmniejszaniem się powierzchni terenów zalesionych, powoduje powstanie głównej składowej antropogenicznej efektu cieplarnianego.

Metan

Wysoki udział w powstawaniu efektu cieplarnianego ma również **metan (CH₄) - 18%**. Gaz ten powstaje i jest emitowany do atmosfery **w wyniku licznych reakcji beztlenowego rozkładu szczątków roślin i zwierząt (gaz błotny) oraz beztlenowego rozkładu odchodów zwierzęcych.**

Metan jest **głównym składnikiem** gazu ziemnego, dlatego też jego znaczne ilości są uwalniane do atmosfery wraz z **wydobywanym węglem kamiennym i ropą naftową.**

Freony

Freony, w przeciwieństwie do pozostałych gazów, **nie powstają w sposób naturalny.**

Powstają jedynie w wyniku reakcji chemicznych **przeprowadzonych przez człowieka** i stosowane **są w chłodnictwie** oraz (obecnie coraz rzadziej) **do produkcji aerozoli.**

Freony są szczególnie niebezpiecznymi gazami, ze względu na bardzo wysoką aktywność chemiczną, **czego skutkiem jest duża trwałość (ok. 5.000 lat).**

Freony ponadto powodują rozkład „wysokiego” ozonu (O_3) zawartego w stratosferze - na tlen (O_2), czego skutkiem jest powstanie tzw. dziury ozonowej, i **zwiększenie ekspozycji organizmów żywych na działanie promieniowania UV**

„Niski“

ozon

Reakcje fotochemiczne spalin przemysłowych i komunikacyjnych

Pod wpływem światła słonecznego, **w dolnych warstwach atmosfery** tworzy się ze spalin **t.zw. „niski ozon”** – O_3 .

W prawdzie jego stężenie jest tam stosunkowo nie wielkie, **ok. $2 \cdot 10^{-5} \text{ g/dm}^3$** , ale jego udział, dzięki wysokiej efektywności w powstawaniu efektu cieplarnianego, jest stosunkowo duży, bo wynosi **ok. 12%**.

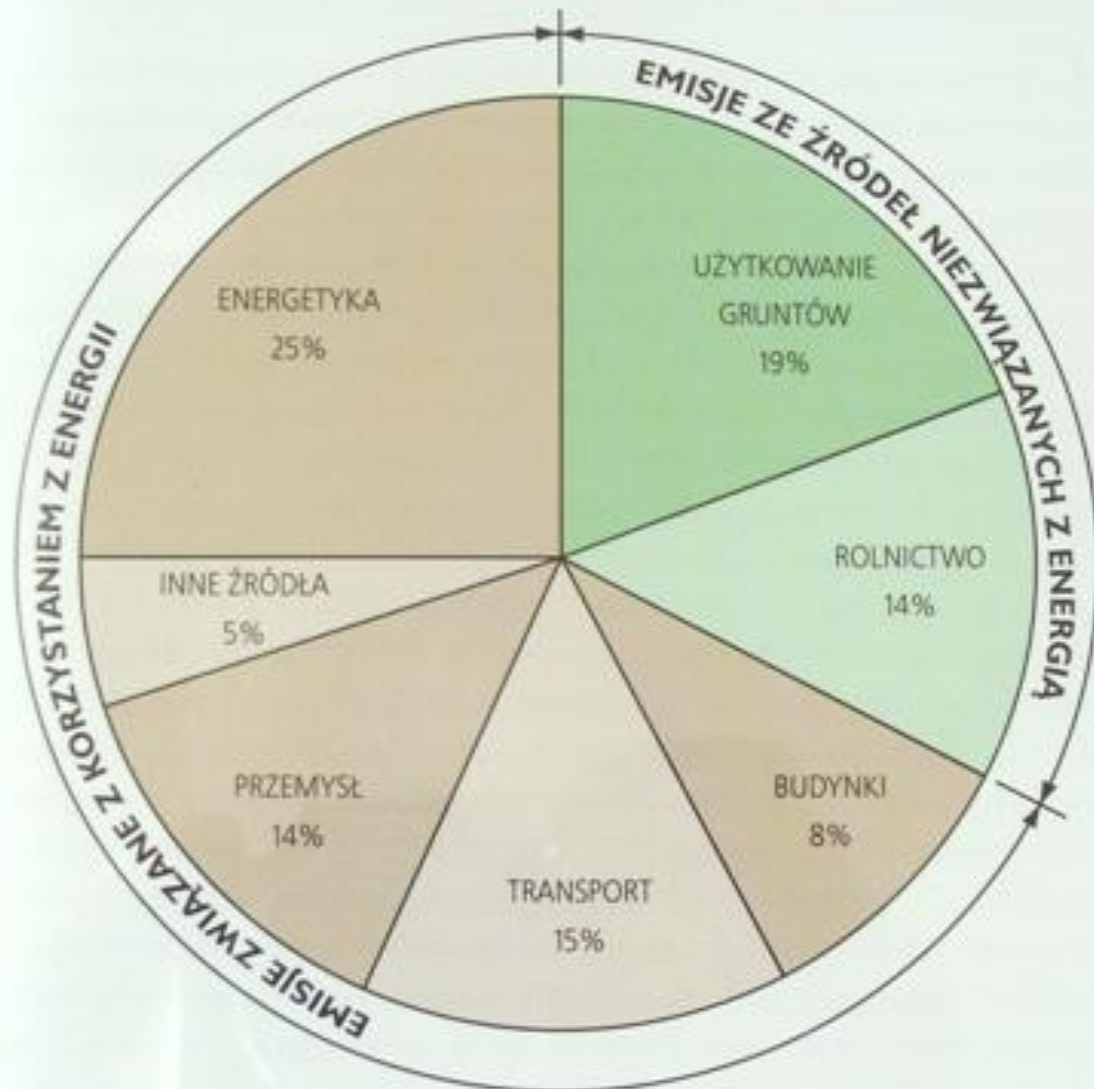
**Tlenki
azotu**

Najmniejszą rolę w powstawaniu efektu cieplarnianego odgrywają **tlenki azotu** - 6%.

Do środowiska dostają się głównie wraz ze spalinami samochodów oraz razem z azotowymi nawozami sztucznymi.

Antropologiczne źródła gazów cieplarnianych

ŹRÓDŁA EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W 2000 R.



Wykres obrazujący udział poszczególnych sektorów gospodarki w emisji dwutlenku węgla w 2000 r.

Emisje związane z korzystaniem z energią: głównie CO₂ (pozostałe gazy cieplarniane, emitowane przez przemysł i inne źródła, mają dużo mniejszy udział).
Emisje ze źródeł niezwiązanych z energią: CO₂ (użytkowanie gruntów) i inne gazy cieplarniane (rolnictwo).

Wycinania lasów deszczowych

Spalanie paliw kopalnych

**Transport towarów i przewozu
ludzi oraz zwiększenia się
liczby pojazdów**

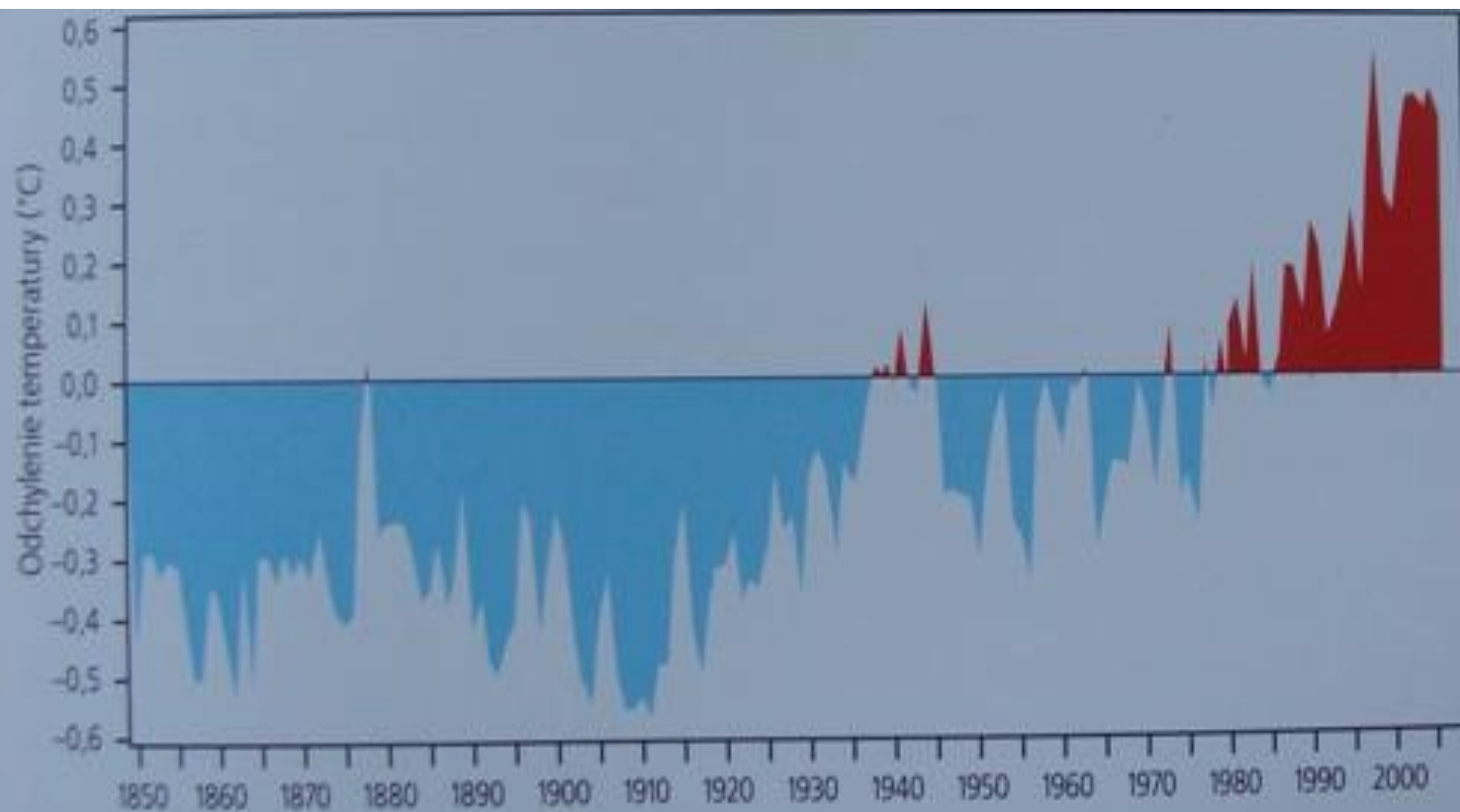
Nadmiernej eksploatacja pól uprawnych z mokrych upraw ryżu i pastwisk pod hodowlę

Metan produkowany jest głównie przez bakterie, **które żywią się materia organiczną w warunkach niedoboru tlenu** (fermentacja).

Rosnące masy odpadów organicznych z wielkich miast

**Coraz powszechniejsze
stosowanie sztucznych
nawozów**

Skutki



Wykres obrazujący uśrednione temperatury lądu i powierzchni oceanów od 1850 do 2006 r., pokazane jako odchylenia od średniej z lat 1961–1990.





Wzrost poziomu morza, spowodowany topnieniem lodów i ociepleniem oceanów, staje się realnym zagrożeniem dla wielu nadbrzeżnych

Przed rządami stoi ważne zadanie określenia, jakie obszary w przyszłości mogą zostać dotknięte suszami i powodzią.

Naturalne ekosystemy Ziemi, od pokrytych lodem terenów polarnych po oceany albo lasy deszczowe Amazonii, stanowią dla ludzi źródło wody, pożywienia, leków, białca i innych niezbędnych do życia surowców. Zmiany klimatyczne już teraz modyfikują wiele naturalnych ekosystemów. Rozmiar i tempo tego procesu w najbliższych latach będą zależać od stopnia, w jakim uda nam się ograniczyć poziom emisji gazów cieplarnianych.





**Wzrost temperatur spowoduje
najprawdopodobniej przesunięcie stref
klimatycznych o 150-500 km ku
biegunom do końca XXI wieku.**

W gorących obszarach plony zmniejszą się, w nowych cieplejszych zwiększą się, ale intensywnej uprawy nie wytrzymają gleby z deficytem wód i nowymi ciepłolubnymi szkodnikami.

Szybkie zmiany klimatu zaburzają równowagę w ekosystemach i ginięcie wielu gatunków o małych zdolnościach adaptacyjnych.

Ocieplenie klimatu spowoduje przyspieszenie parowania wody i opadanie jej w nowych rejonach, co spowoduje **zmniejszenie zasobów wody pitnej, wody- źródła życia.**

Sekwestracja CO₂

sekwestracja (*prawn.*) – oddanie majątku, lub rzeczy spornej pod zarząd lub przechowanie osobie trzeciej, do momentu ogłoszenia wyroku sądowego

**Najwięcej problemów wiąże się
ze składowaniem CO₂.**

Sekwestracja CO₂ (CCS z ang. "Carbon Capture and Storage") to
oddzielenie, wyłapanie,
dwutlenku węgla ze spalin,
w celu ograniczenia emisji do atmosfery.

Wychwytywanie CO₂ jest najbardziej efektywne tam gdzie jego wytwarzanie jest największe.

Chodzi tu głównie o duże elektrownie zasilane paliwami kopalnymi bądź biomasą, przemysł, rafinerie gazu ziemnego, rafinerie paliw syntetycznych itp.

**Wychwytywanie CO₂ z powietrza jest
możliwe, ale nie praktyczne.**

Najpopularniejszą metodą wychwytu CO₂, jest **metoda wychwycenia go ze spalin**.

Jednak instalacja do wychwytu dwutlenku węgla wymaga dużego zapotrzebowania na energię.

Wyróżnia się trzy możliwości:

- **WTÓRNE** (ang. *Post combustion*) – CO₂ jest wychwytywane po procesie spalania –wychwyt ze spalin.
- **PIERWOTNE** (ang. *Pre-combustion*) - w tej metodzie wychwyt następuje przed spalaniem. Paliwo jest **poddawane procesowi gazyfikacji**. W rezultacie gaz syntetyczny (CO i H₂O).
- **SPALANIE CZYSTEGO PALIWA W CZYSTYM TLENIE** (ang. *Oxycombustion*) (spaliny to wyłącznie dwutlenek węgla i łatwa do wykroplenia woda).

Możliwości składowania CO₂

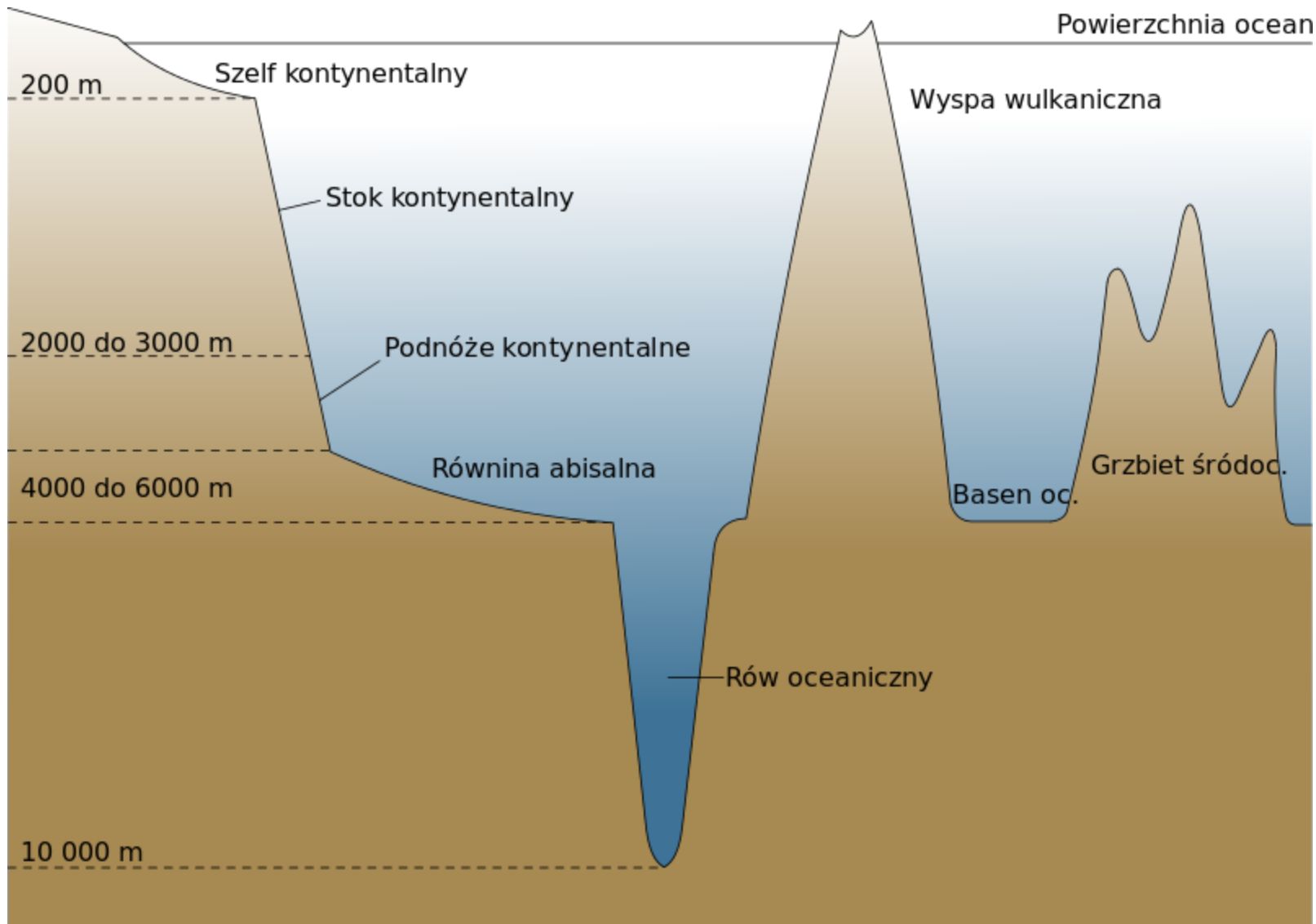
na dnie mórz i oceanów,
(w strefie abisalnej >3000m),

w utworach geologicznych
(np. w wyeksploatowanych złożach ropy naftowej
lub gazu ziemnego)

w postaci związanej z minerałami
np. typu $\text{CaO} + \text{CO}_2$ -
daje stabilny związek CaCO_3).

Składowanie oceaniczne

W przeszłości rozważano możliwość składowania CO₂ w oceanie (**w strefie abisalnej**). Z czasem ta procedura została **uznana za nielegalną**.



Abisal,

- strefa głębokościowa mórz i oceanów (głębokości od ok. 3000-6000 m pod poziomem lustra wody).

Fauna abisalu cechuje się **zanikiem lub nadmiernym rozwojem narządów wzroku** w postaci organów świetlnych, wytworzeniem delikatnych **narządów dotyku oraz niezwykłymi kształtami.**

Organizmy żywe dostosowały się również do panującego tam wysokiego ciśnienia (300-600 at). **Wyłowione, po wyciągnięciu na powierzchnię najczęściej pękają.**

Głębokie składowanie podziemne

Najbardziej obiecującą metodą jest **podziemne składowanie dwutlenku węgla**. Polega to na iniekcji gazu pod ziemię **do geologicznych struktur zachowawczych**.

**Np. wyeksploatowane złoża ropy
naftowej i gazu ziemnego,
pozabilansowe pokłady węgla
kamiennego, wysady soli kamiennej etc.**

Recykling (czyli ponowne użycie)

jest odpowiedzią na wyzwanie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych z przemysłu (np. **w chłodnictwie, w przemyśle spożywczym etc.**)

Pierwsza, polska pilotażowa instalacja CCS (**C**arbon **C**apture **S**torage) ma powstać **w Elektrowni Bełchatów** i ma być zintegrowana z nowym blokiem 858 MW.

Alternatywa

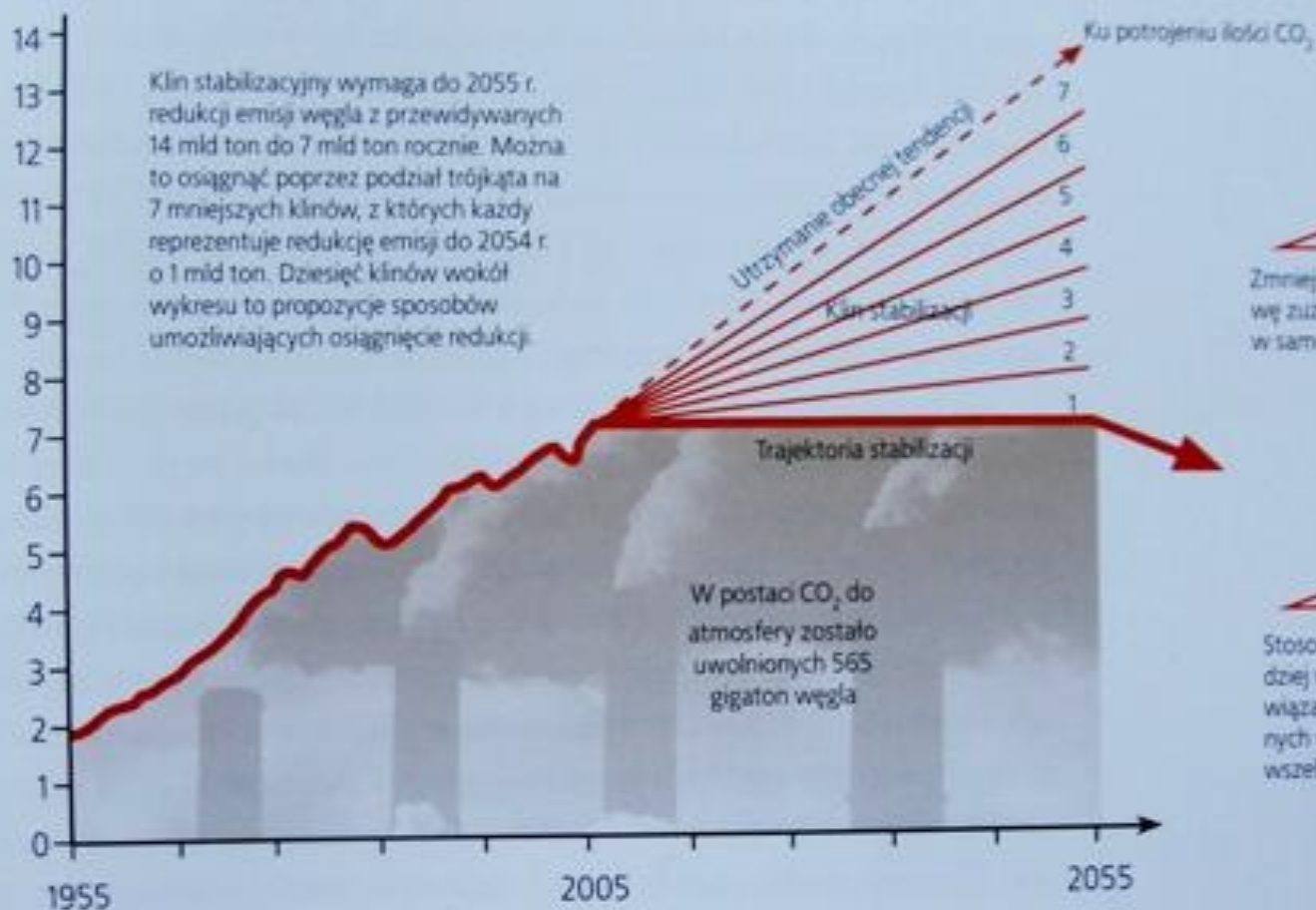
Trzykrotne zwiększenie wykorzystania energii jądrowej

Siedmiusetkrotne zwiększenie wykorzystania energii słonecznej

Zwiększenie produkcji etanolu o 50%

Powstrzymanie wylesiania i podwojenie tempa sadzenia lasów

Zwiększenie wykorzystania energii wiatru o 50%



Zmniejszenie o połowę zużycia paliwa w samochodach

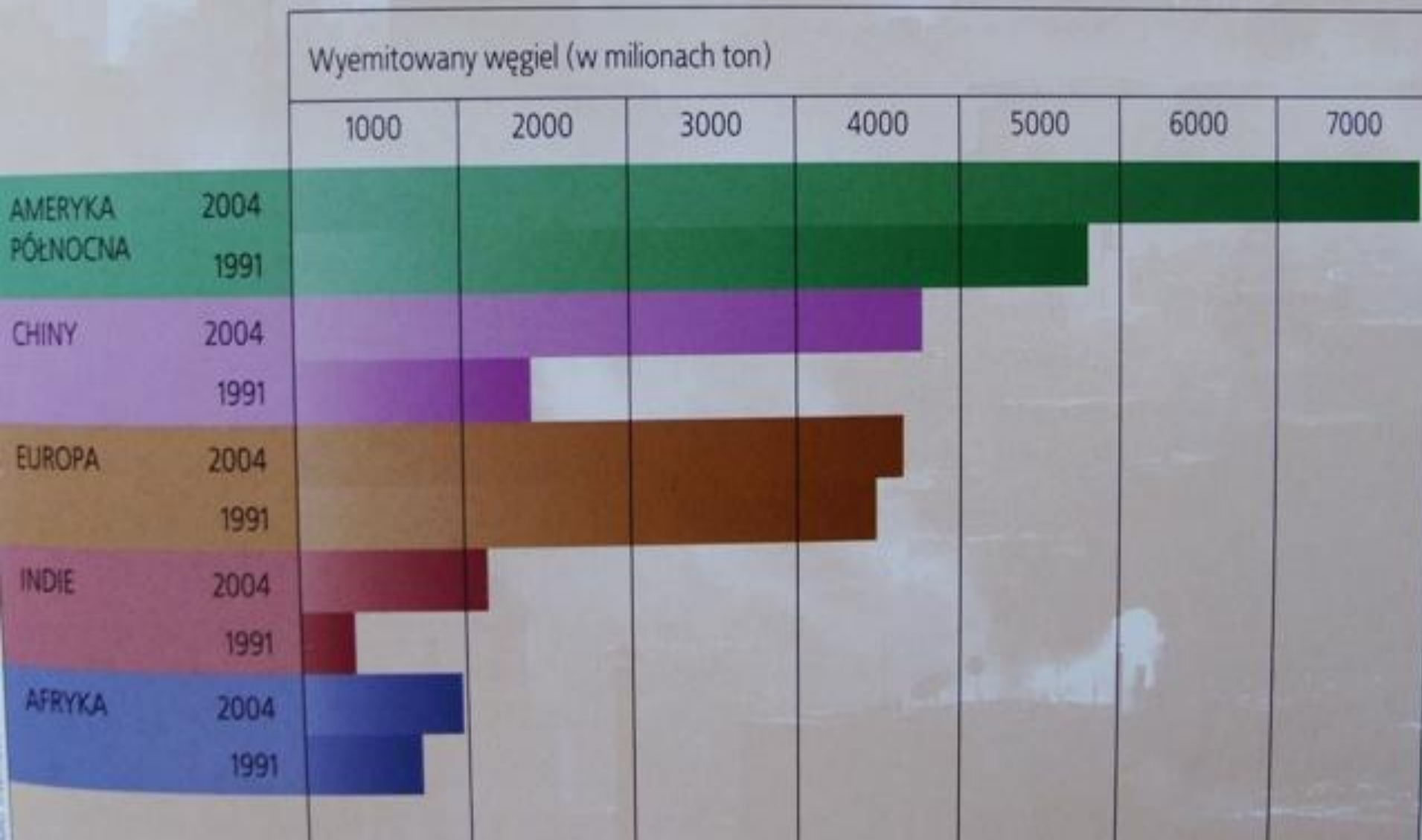
Stosowanie najbardziej wydajnych rozwiązań energetycznych w budynkach wszelkiego typu

Wychwycenie i zmagazynowanie dwutlenku węgla z 800 elektrowni węglowych

Dwukrotne zwiększenie wydajności obecnego procesu wytwarzania energii w oparciu o węgiel

Dziesięciokrotne zwiększenie produkcji paliwa wodorowego ze źródeł kopalnych

Poziomy emisji dwutlenku węgla znacznie różnią się w przypadku poszczególnych kontynentów i regionów



Ogóln światowa emisja dwutlenku węgla w 2011 r. wyniosła 33,5 Gt, w tym

Chiny 8,3 (25%),

USA 6,1 (18%),

Indie 1,7 (5%),

Rosja 1,7 (5%),

Japonia 1,3 (4%),

Niemcy 0,8 (2,2%).

W roku 2012 po raz pierwszy w historii USA, Sąd Apelacyjny w Waszyngtonie potwierdził, że ocieplenie klimatu jest groźne. Uznał, że:

- 1. Stężenie CO₂ nigdy, w ciągu ostatnich setek tysięcy lat nie było tak wysokie jak dziś.**
- 2. W latach 1906-2005 średnia temperatura przy powierzchni Ziemi wzrosła o 0.74 C.**
- 3. Wzrasta temperatura mórz, a rosnące stężenie CO₂ zakwasza wody.**

4. Ponieważ cieplejsza woda zwiększa objętość **rośnie średni poziom morza.**
5. Z roku na rok **Ocean Arktyczny traci letnią pokrywę lodową.** Skutki tego zjawiska odczuje cała półkula północna, **bo Arktyka wywiera duży wpływ na jej klimat.**
6. Na Dalekiej Północy **rozmarza wieczna zmarzlina**, która do tej pory skuwiała $\frac{1}{4}$ półkuli północnej. Z powstałych w ten sposób bagien **ulatuja bąble cieplarnianego metanu.**

7. **Północna Europa stanie się bardziej mokra** niż dziś, a **południowa – bardziej sucha** (W Polsce będzie mniej opadów latem, a więcej zimą).
8. **Zwiększyła się intensywność ekstremalnych zjawisk pogodowych** – susz, upałów, powodzi, wichur, burz trąb powietrznych i cyklonów tropikalnych.

GAZETA WYBORCZA, 28 CZERWCA 2012 R.

W przemówieniu inauguracyjnym z racji objęcia funkcji prezydenta USA w dniu 22 stycznia 2013 r., Barack Obama obiecał, że:

...Stany Zjednoczone będą dbać o ochronę środowiska przyrodniczego, swoich rzek, jezior i gór aby zachować je nienaruszone dla przyszłych pokoleń...

Może więc pojawi się szansa,
że Stany Zjednoczone podpiszą
protokół z Kioto?

K O N I E C

**Bilans
energetyczny
ziemi**

