

DR INŻ. KAMIL JANIĄK

EFEKT CIEPLARNIANY – CO TO JEST?

Zrozumieć globalną zmianę klimatu - kurs
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika
Wrocławska

WROCLAW, 2024



Plan prezentacji

1. Historia odkrycia efektu cieplarnianego
2. Co to jest efekt cieplarniany?
3. Efekt cieplarniany – inne planety

Historia odkrycia efektu cieplarnianego

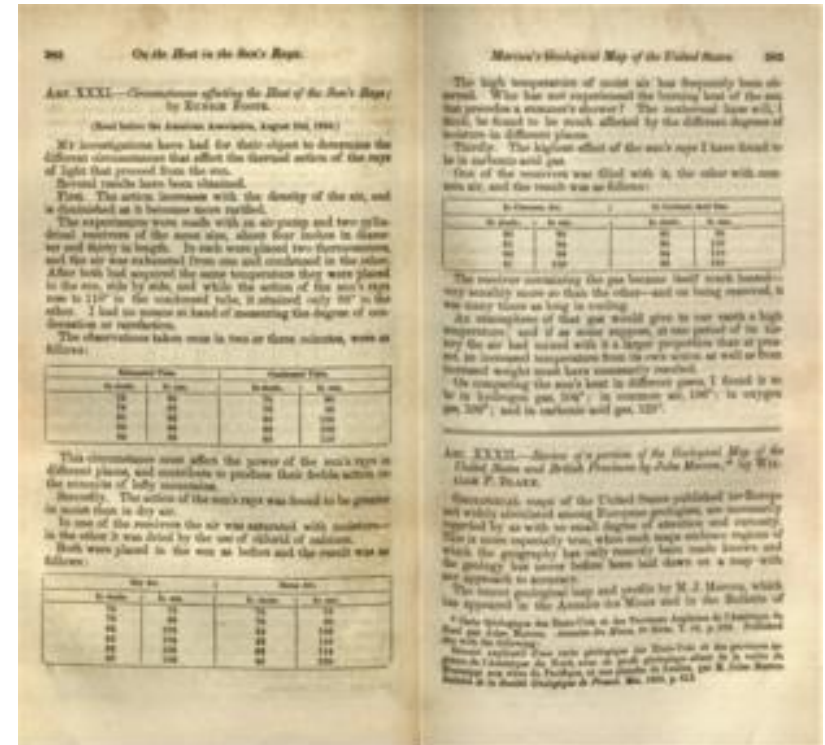
Joseph Fourier (1824)



"Remarques Générales Sur Les Températures Du Globe Terrestre Et Des Espaces Planétaires". Annales de Chimie et de Physique. 27: 136–167. 1824a

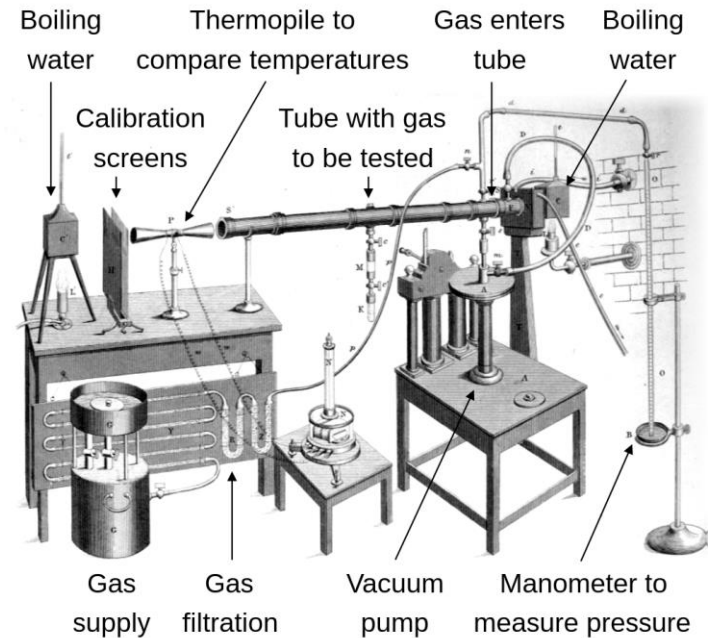
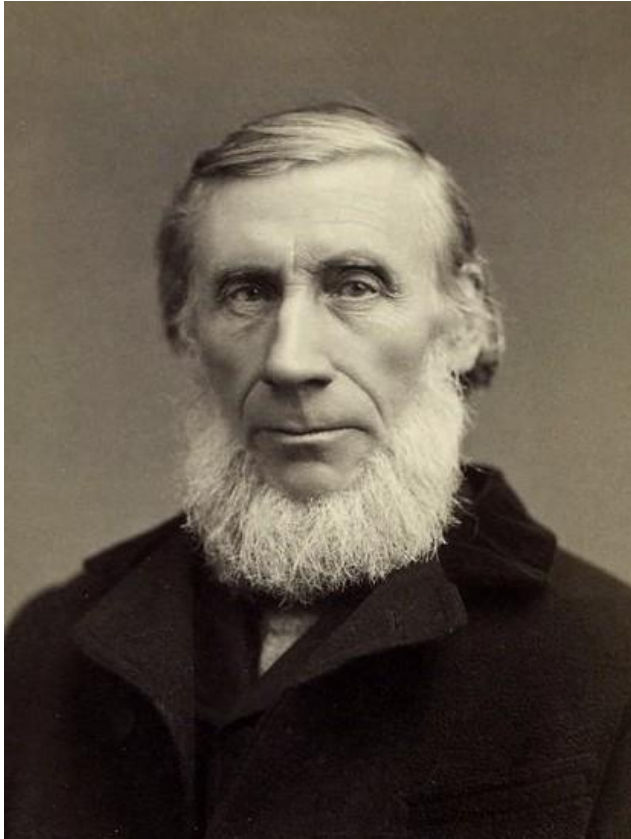
Zagadka
Slido.com
#2660482

Eunice Newton Foote (1856)



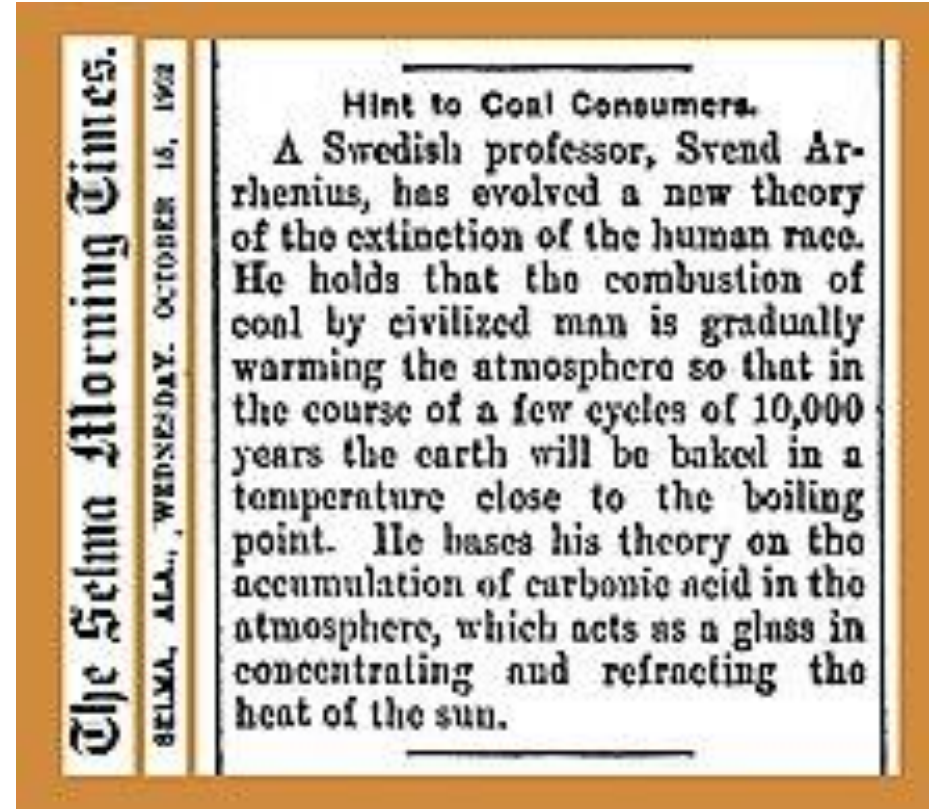
Prawdopodobnie to ona odkryła pierwsza efekt cieplarniany

John Tyndall (1859)



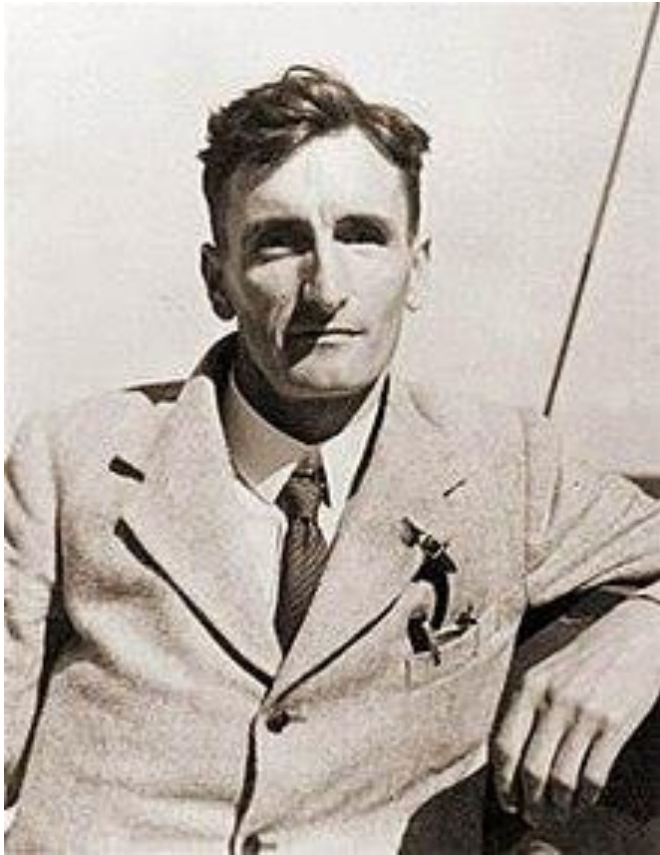
Jemu przypisuje się również odkrycie efektu cieplarnianego – przedstawił jednak zdecydowanie precyzyjniejszy opis zjawiska

Svante Arrhenius (1902)



Powiąztał spalanie paliw kopalnych z ociepleniem klimatu. Co ciekawe – stwierdził, że być może Ziemię będzie trzeba ocieplić by wyżywić rosnącą populację.

Guy Stewart Callendar (1938)



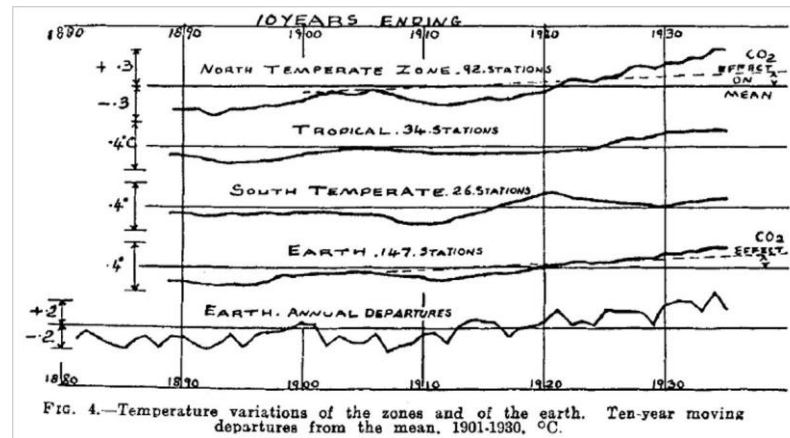
THE ARTIFICIAL PRODUCTION OF CARBON DIOXIDE AND ITS INFLUENCE ON TEMPERATURE

By G. S. CALLENDAR

(Steam technologist to the British Electrical and Allied Industries
Research Association.)

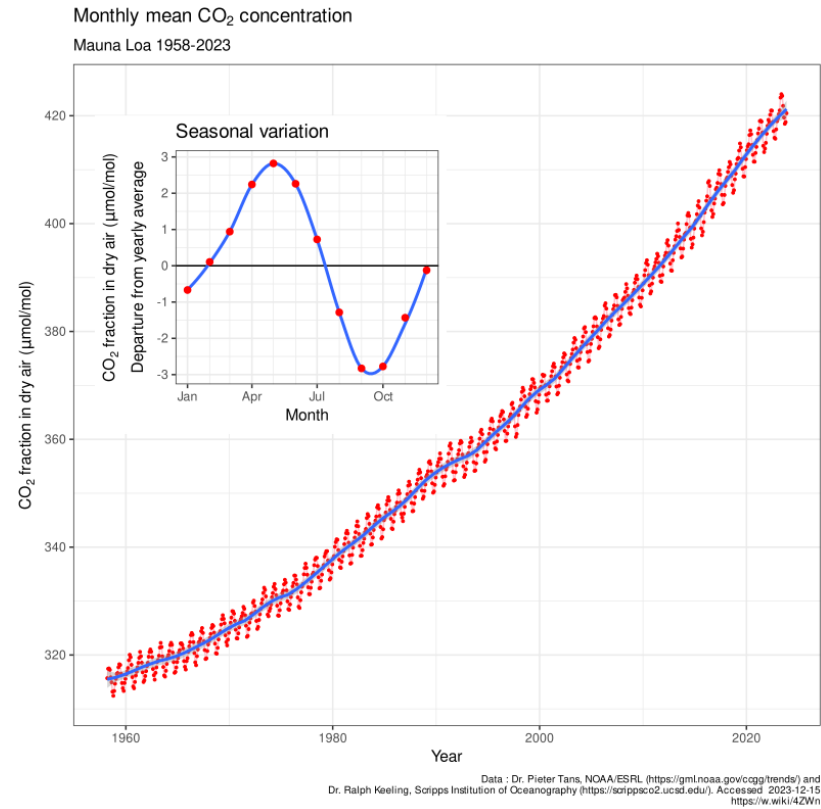
(Communicated by Dr. G. M. B. DOBSON, F.R.S.)

[Manuscript received May 19, 1937—read February 16, 1938.]



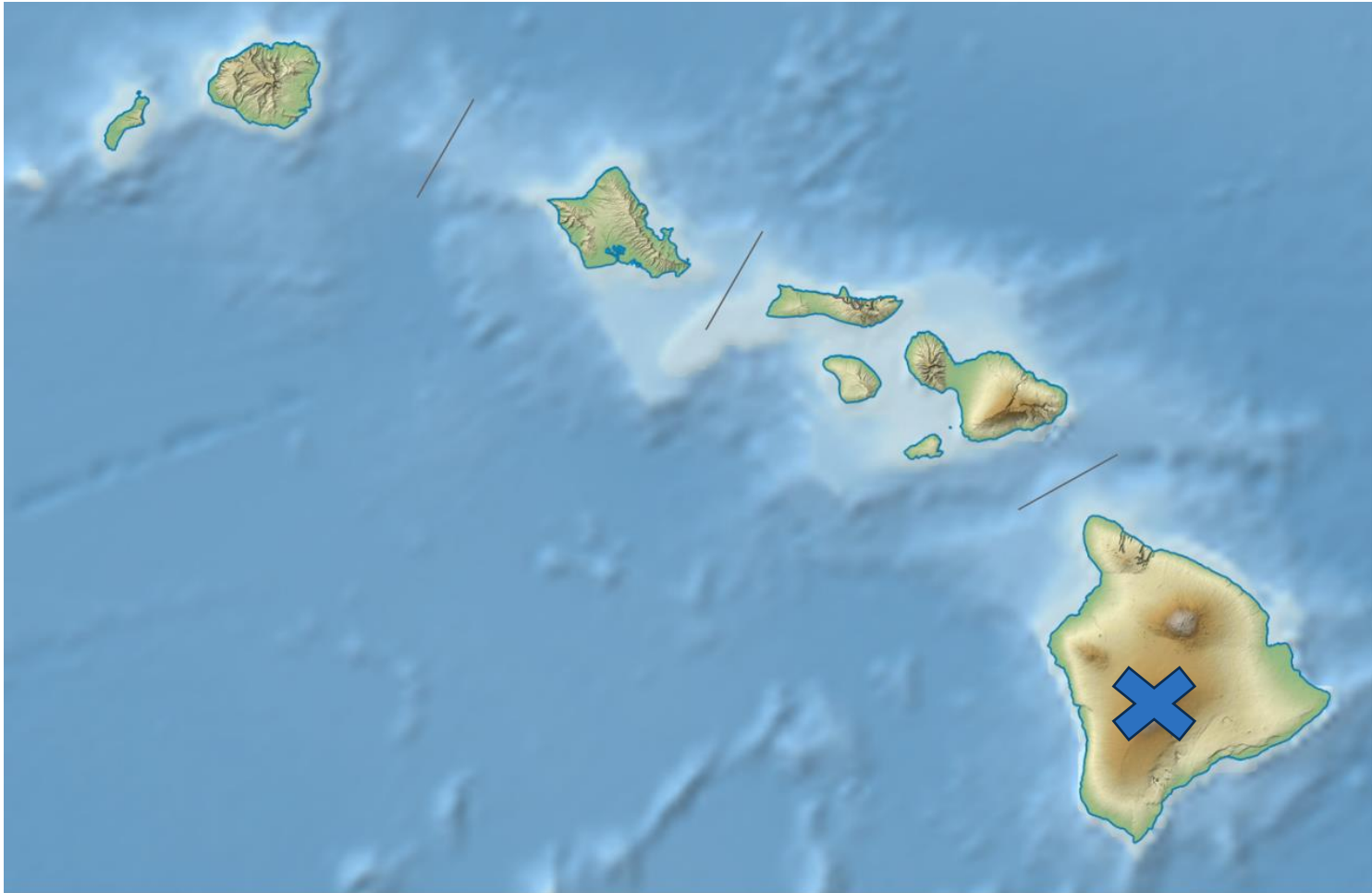
Na danych historycznych pokazał wpływ CO₂ na temperaturę.

Charles David Keeling (1958)



Rozpoczął historycznie istotne pomiary CO₂

Observatorium na Manua Loa



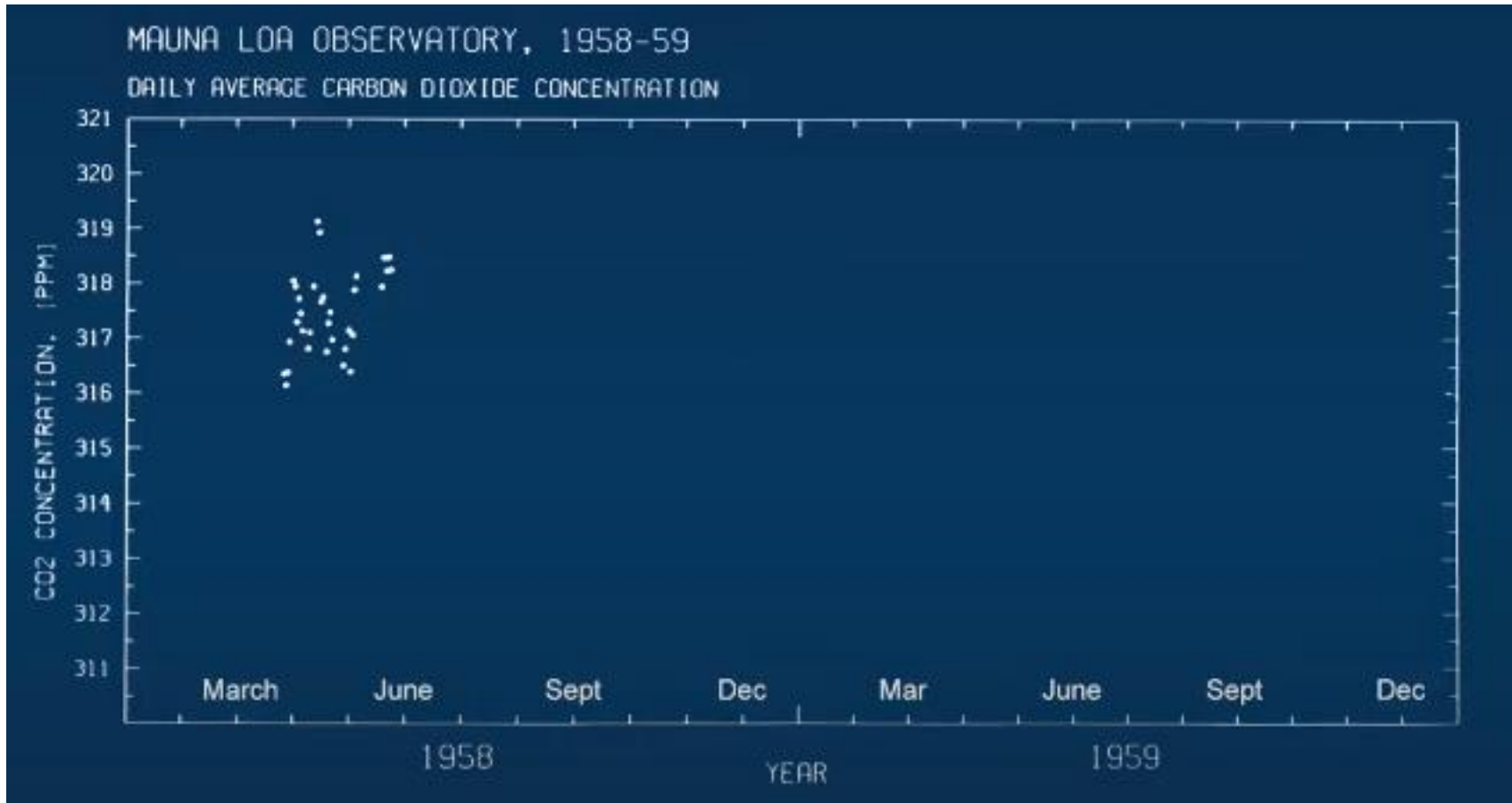
Observatorium na Manua Loa



Observatorium na Manua Loa

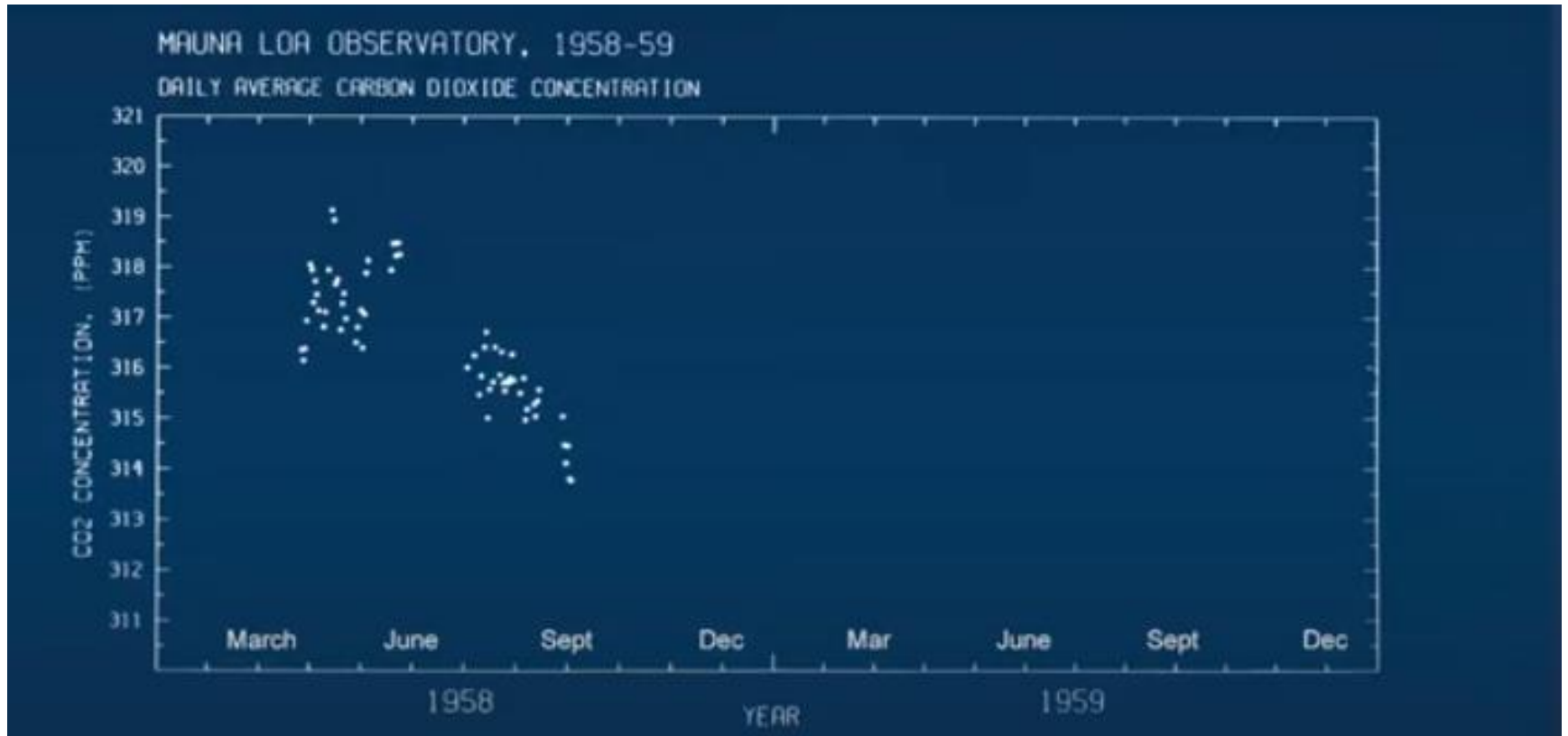


Krzywa Keeling'a



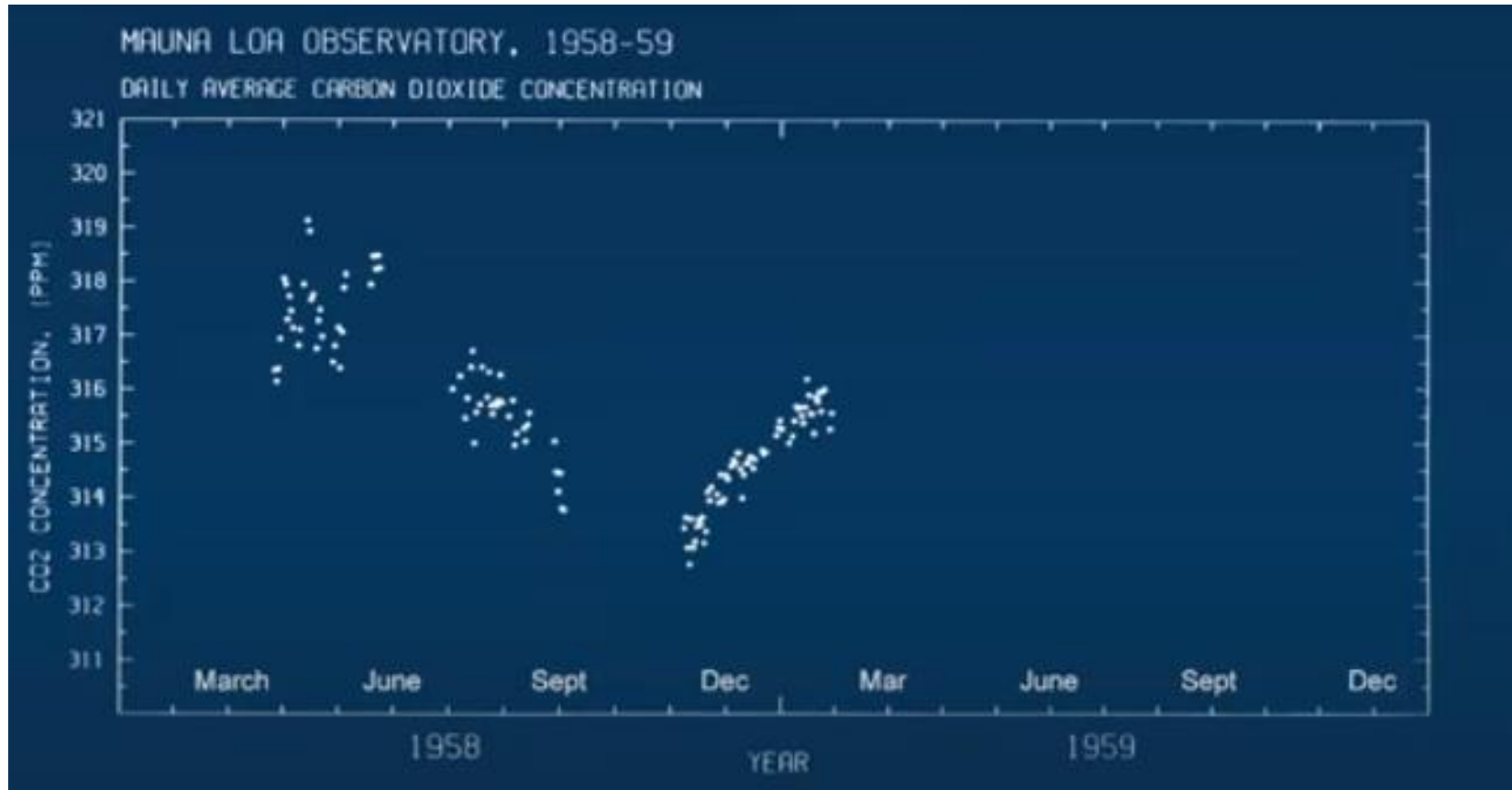
<https://www.youtube.com/watch?v=pEEU-o5nRoU&t=1430s> Science in the Mountains: The Keeling Curve and the Rise of Atmospheric Carbon Dioxide

Krzywa Keeling'a



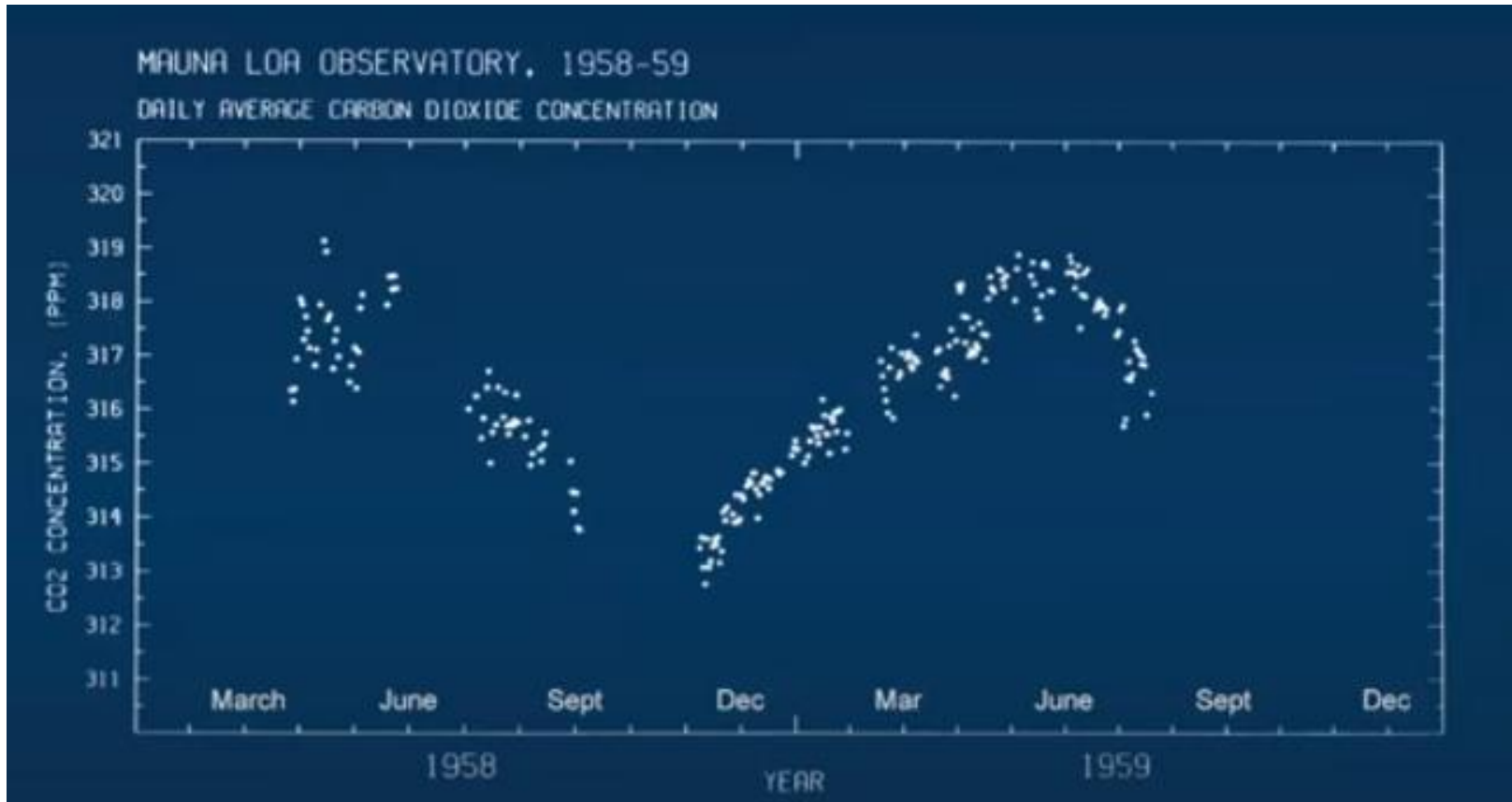
<https://www.youtube.com/watch?v=pEEU-o5nRoU&t=1430s> Science in the Mountains: The Keeling Curve and the Rise of Atmospheric Carbon Dioxide

Krzywa Keeling'a



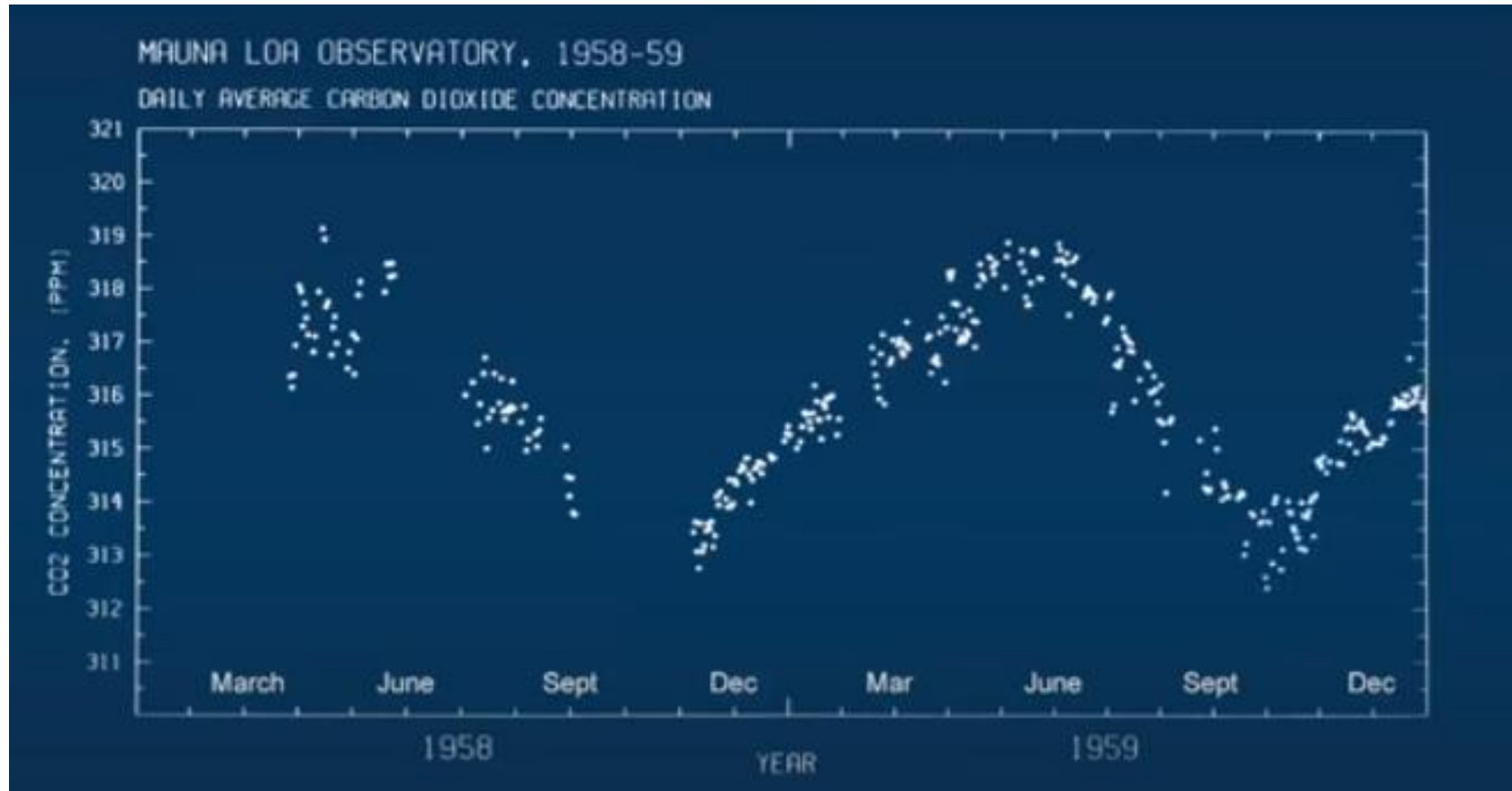
<https://www.youtube.com/watch?v=pEEU-o5nRoU&t=1430s> Science in the Mountains: The Keeling Curve and the Rise of Atmospheric Carbon Dioxide

Krzywa Keeling'a



<https://www.youtube.com/watch?v=pEEU-o5nRoU&t=1430s> Science in the Mountains: The Keeling Curve and the Rise of Atmospheric Carbon Dioxide

Krzywa Keeling'a



<https://www.youtube.com/watch?v=pEEU-o5nRoU&t=1430s> Science in the Mountains: The Keeling Curve and the Rise of Atmospheric Carbon Dioxide

Zagadka
Slido.com
#2660482

**Co to jest ten efekt
cieplarniany?**

Co to jest efekt cieplarniany?

atmosfera

Część promieniowania słonecznego odbija się od atmosfery i od powierzchni Ziemi, a potem rozprasza się w przestrzeni pozaziemskiej

Niewielka część ciepła wypromieniowanego przez powierzchnię Ziemi przenika przez atmosferę i rozprasza się w kosmosie

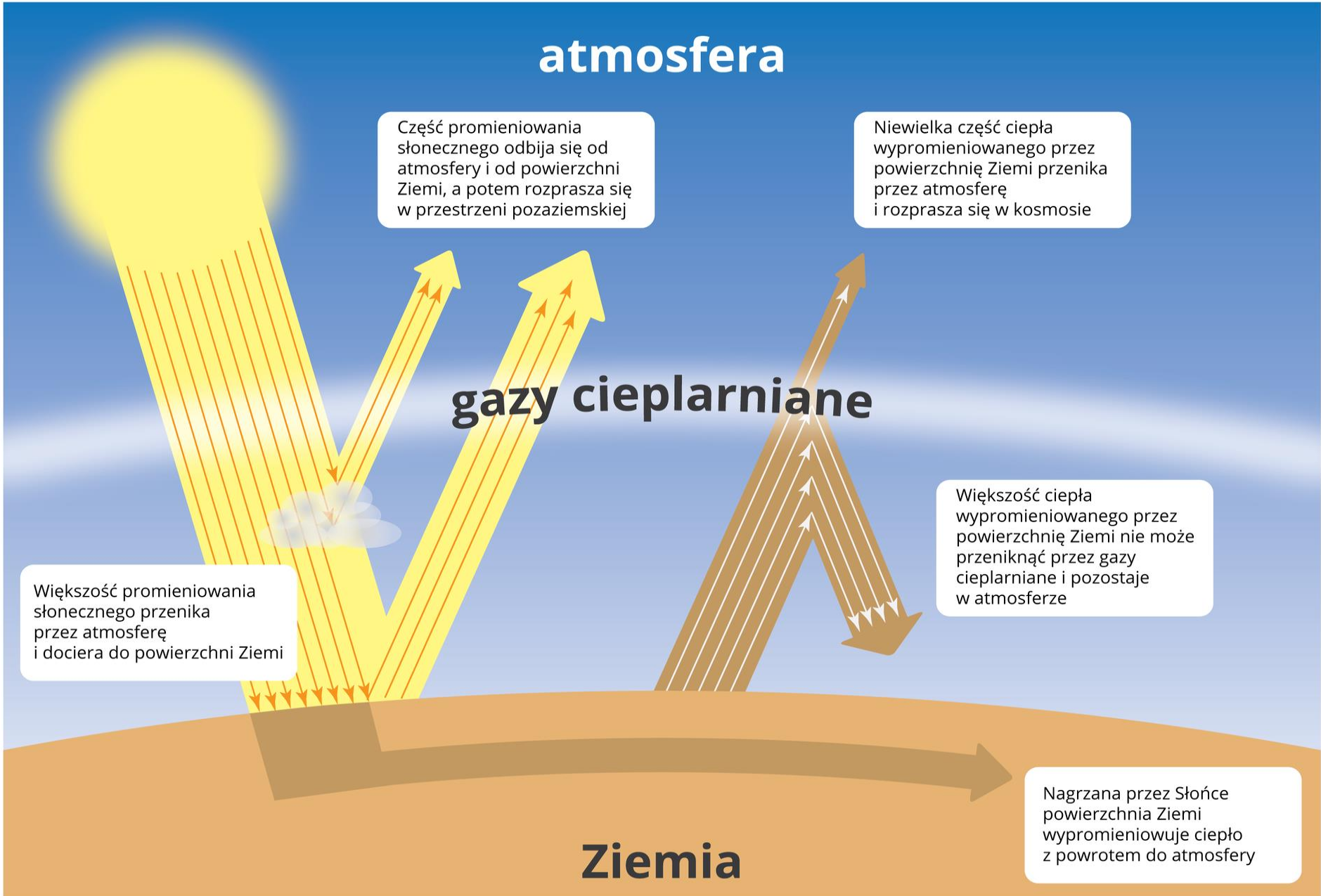
gazy cieplarniane

Większość promieniowania słonecznego przenika przez atmosferę i dociera do powierzchni Ziemi

Większość ciepła wypromieniowanego przez powierzchnię Ziemi nie może przeniknąć przez gazy cieplarniane i pozostaje w atmosferze

Ziemia






Nagrzana przez Słońce powierzchnia Ziemi wypromiowuje ciepło z powrotem do atmosfery



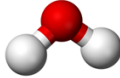

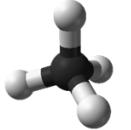

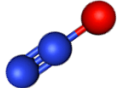
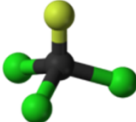
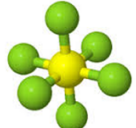
Co to jest efekt cieplarniany?

Gazy cieplarniane

Gazy niepochłaniające promieniowania długofalowego

Molekuła	Gaz	Koncentracja
	N ₂ azot	78%
	O ₂ tlen	21%
	Ar argon	0,93%
	H ₂ wodór	śladowa
	He hel	śladowa

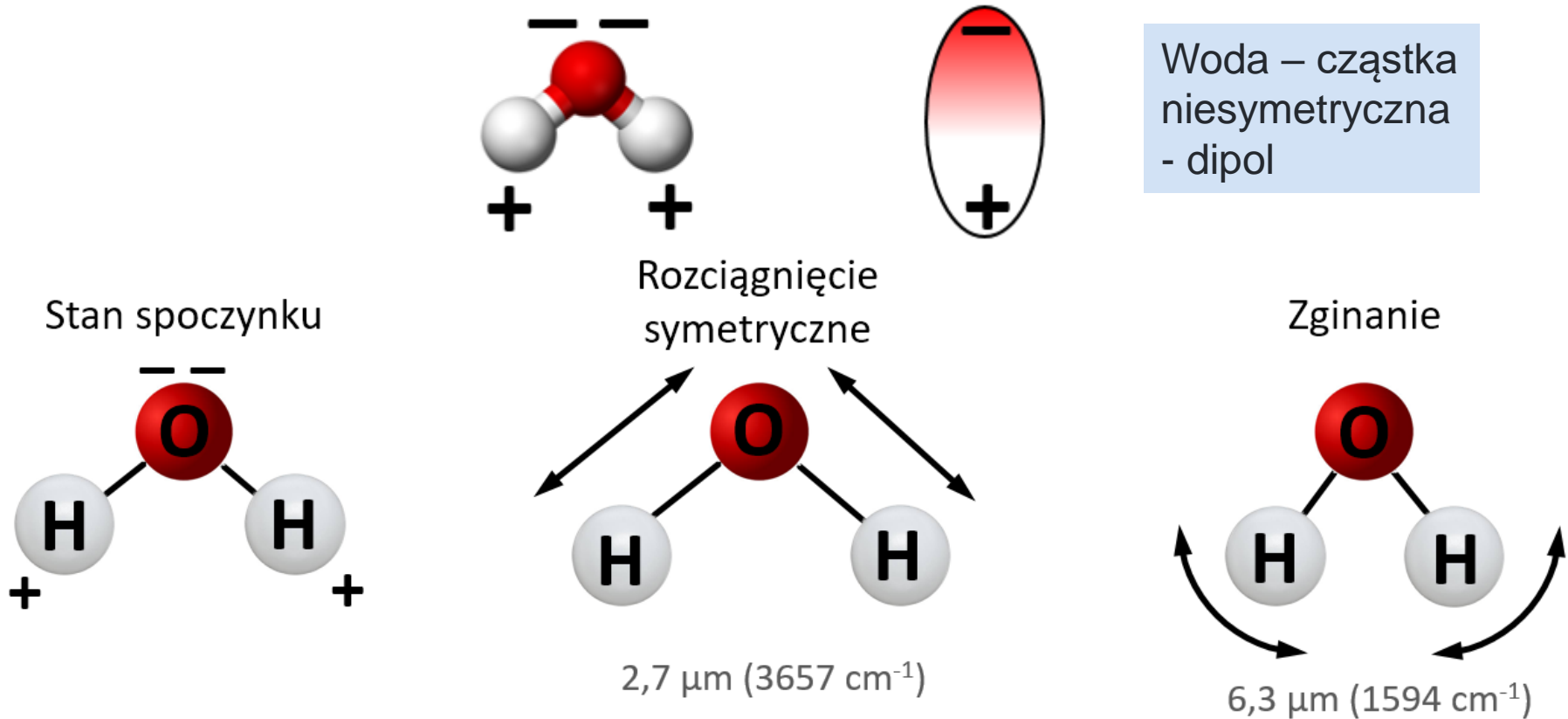
Gazy pochłaniające promieniowanie długofalowe

Molekuła	Gaz	Koncentracja
	H ₂ O para wodna	zmienna – śr. w atmosf. 4000 ppm
	CO ₂ dwutlenek węgla	400 ppm
	CH ₄ metan	2 ppm
	O ₃ ozon	0,6 ppm
	N ₂ O podtlenek azotu	0,3 ppm
	CCl ₃ F trichlorofluorometan przykład CFC/HFC	śladowa
	SF ₆ sześćiofluorek siarki przykł. inny gaz przemysłowy	śladowa

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/efekt-cieplarniany-dla-sredniozaawansowanych-2-gazy-cieplarniane-i-ich-cechy-410>

Co to jest efekt cieplarniany

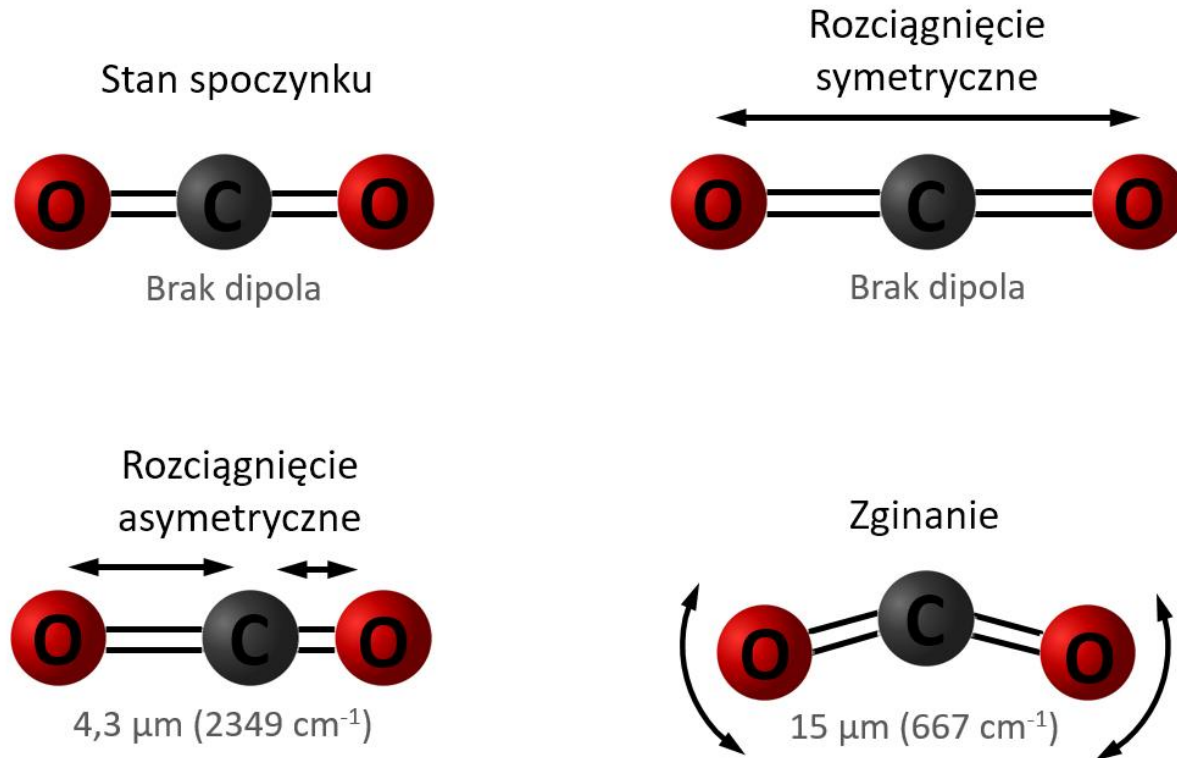
Gazy cieplarniane



Sposoby wzbudzania cząsteczek wody promieniowaniem podczerwonym

Co to jest efekt cieplarniany

Gazy cieplarniane



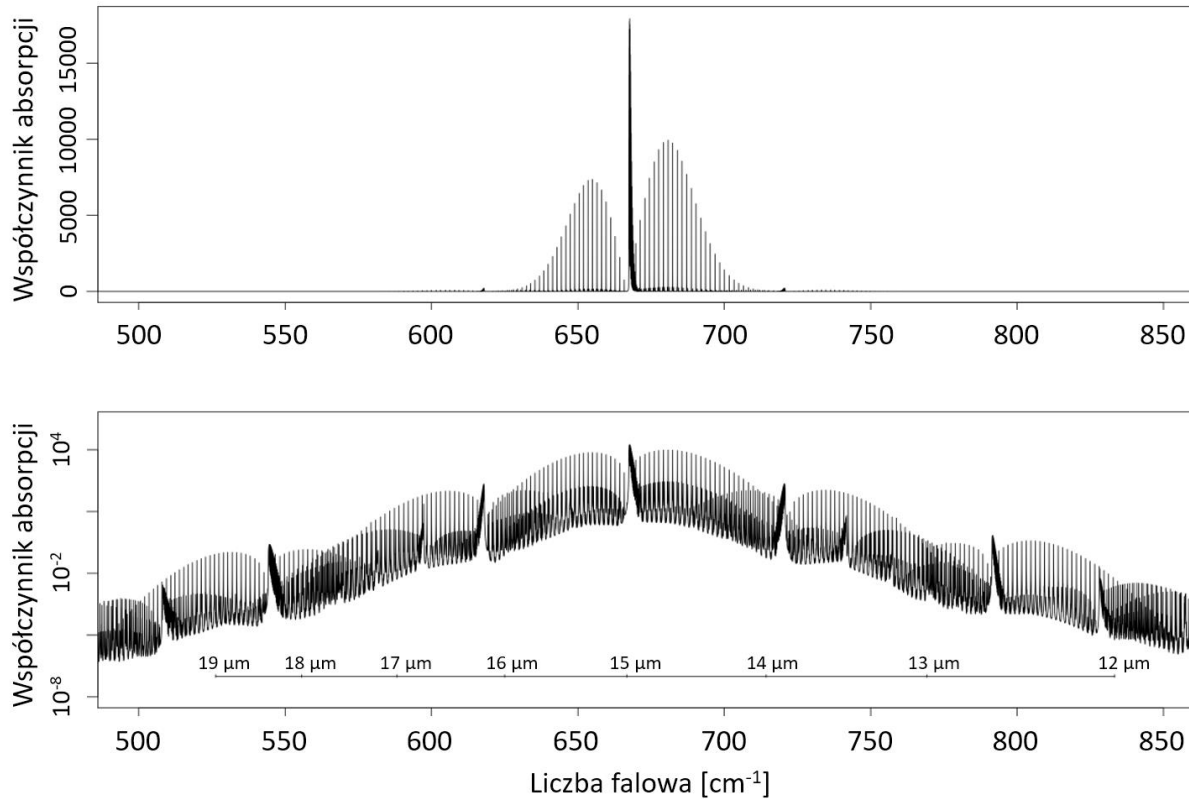
CO₂ – nie jest dipolem

Sposoby wzbudzania cząsteczek CO₂ promieniowaniem podczerwonym

Co to jest efekt cieplarniany

Gazy cieplarniane

Fragment widma oscylacyjno-rotacyjnego dwutlenku węgla



Średni czas życia stanu oscylacyjno-rotacyjnego wzbudzonego przez promieniowanie długości 15 μm wynosi 0,8 s

Co to jest efekt cieplarniany?

Poszerzenie linii widmowych

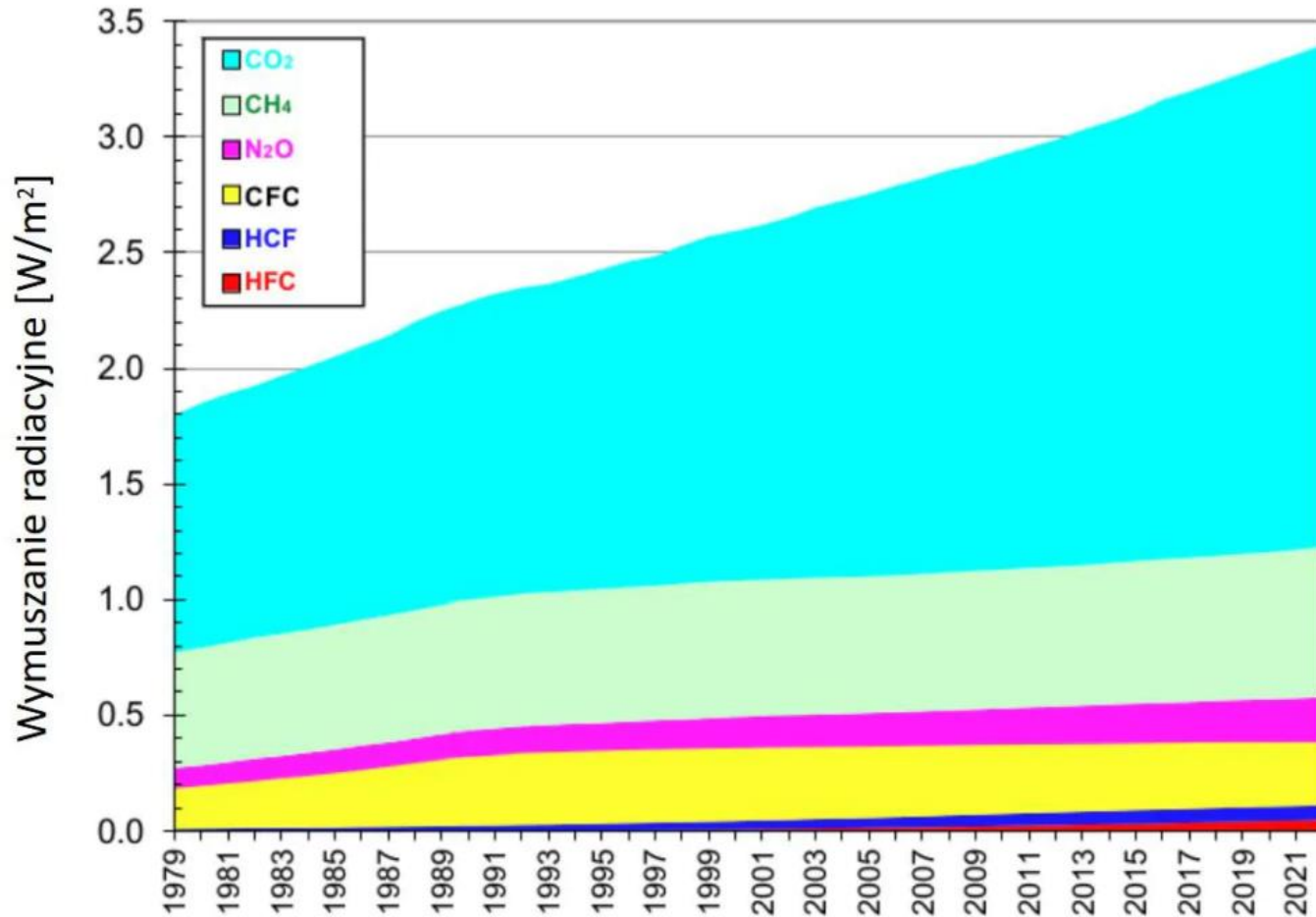
Zasada nieoznaczoności Heisenberga – każda cząstka ma trochę inną energię, a więc energia do jej wzbudzenia jest inna

Efekt Dopplera – z perspektywy różnych cząstek, fale mają różne długości, a więc będą pochłaniały fale o innych długościach

Poszerzenie ciśnieniowe – zderzenia cząstek skutkują przekazywaniem nadmiaru energii

Co to jest efekt cieplarniany?

Poszerzenie linii widmowych



Efekt cieplarniany – inne planety



Mars

Temperatura efektywna: -61°C
Temperatura rzeczywista: -56°C
Efekt cieplarniany: 5°C

Wenus

Temperatura efektywna: -53°C
Temperatura rzeczywista: 457°C
Efekt cieplarniany: 510°C

Ziemia

Temperatura efektywna: -18°C
Temperatura rzeczywista: 15°C
Efekt cieplarniany: 33°C