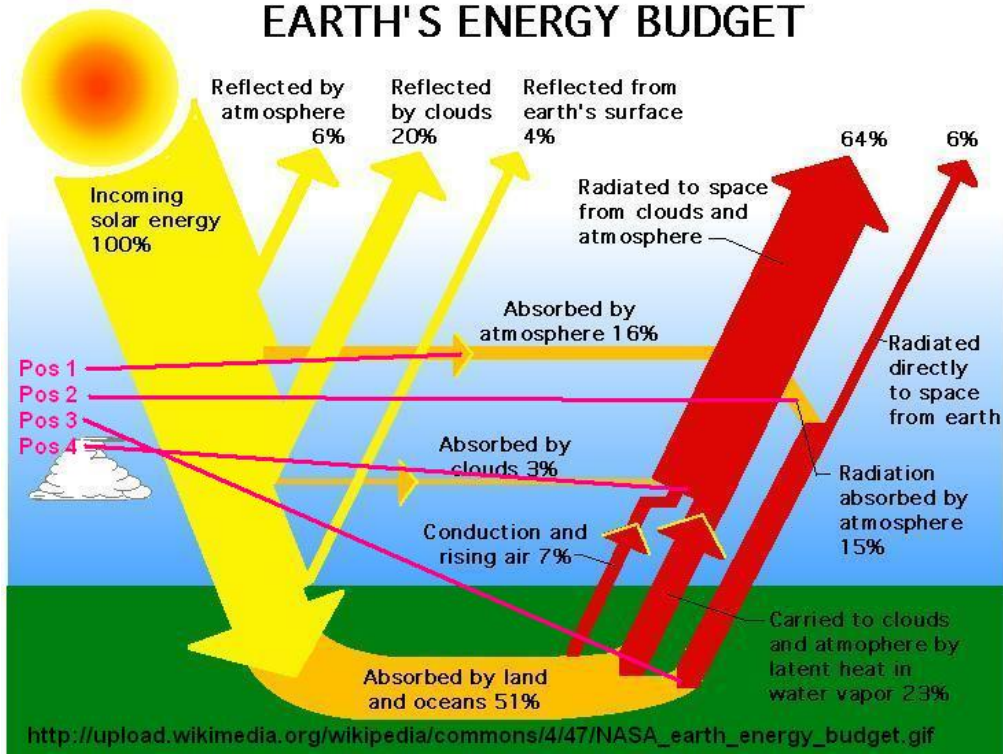


Neden CO2 dünya yüzeyini soğutur

Dr. Theo Eichten, München; Dr. Gerhard Stehlik¹, Hanau; Professor Dr.-Ing. Vollrath Hopp², Dreieich; Dr.-Ing. Edmund Wagner, Wiesbaden; © March 2014

NASA Güneşten Dünyaya ve Dünyadan Güneşe yıllık enerji akımının en gerçekçi grafik sunumunu yayınladı (Figür 1)³. Benzer bir sunum IPSS'den elde edilebilir. Niteliksel olarak, Nasa'nın ve IPSS'nin ölçülmüş akım değerleri birbirinden farklı değildir. Üstelik NASA ve IPSS⁴ arasındaki sayısal değerler arasındaki fark CO₂ nin Dünya yüzünü soğutması ile alakalı değildir.

Figür 1:



Kırmızı ve koyu sarı oklar Dünyaya olan Güneş radyasyonu akımlarını (yüzde ile) ve farklı bileşenlerini gösterir. Figür 1. Üç akım (Sarı) yansıtılır (%6+%20+%4=30). Diğer üçü (Koyu Sarı) atmosfer tarafından veya Dünya yüzeyi tarafından absorbe edilir (%16+%3+%51=70). İki koyu sarı ok uzun ufuk oku olarak gösterilir. Bunlardan biri (%16) yukarı atmosferi ısıtır. Diğer (%3) bulutları ısıtır. Güneş radyasyonunun atmosfer tarafından veya yeryüzü tarafından absorpsiyonu, yeryüzü ısınmasının faktörüdür. Tüm sıcaklık akımları (kırmızı) yukarı gider. Hiçbiri aşağı doğru gitmez.

¹ Corresponding author: Dr. Gerhard Stehlik (gerhard.stehlik@gmx.de), GDCh Senior Expert Chemist (<https://www.gdch.de>)

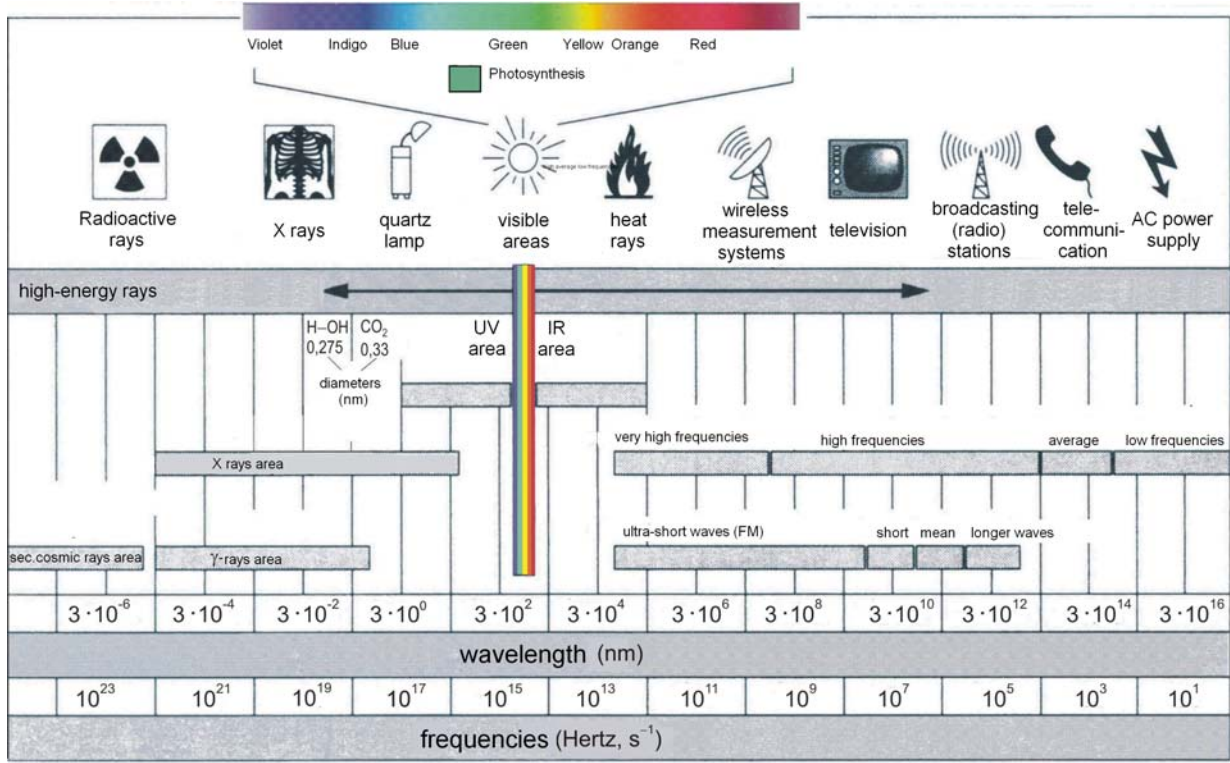
² Convenor Working Group Environment Engineering, VDI Darmstadt - Frankfurt am Main (<http://www.vdi.de>)

³ NASA - National Aeronautics and Space Administration, USA

⁴ IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Frequently Asked Question 1.1 „What Factors Determine Earth's Climate“ Page 94 [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Dünyanın Güneş tarafından ısınması doğa güçleri ile ilgilidir ve ihtilafsızdır. Elektromanyetik spektrumda Güneş radyasyonunun güzergahında olduğu için doğaldır ve tartışılmazdır. (Figür 2) Dünya'nın kendisini ısıtamayacağıda aşıkardır. Bunun sonucunda hiçbir kimyasal madde kendini ısıtamaz⁵. Bu CO₂ içinde geçerlidir. Eğer karbondiyoksit ısıtılacaksa enerji başka yerden temin edilmelidir.

Figür 2:



The spectrum of the electromagnetic radiation in nanometers (nm)

Diameter of a water molecule: 0,275 nm
Diameter of a CO₂ molecule: 0,33 nm (dynamically) or 0,4 (statically)

Güneş radyasyonu, ısınmanın tek faktörüdür. Buna karşılık Dünya'nın soğuması sadece ısı radyasyonu değil, aynı zamanda mekanik ısı transferi ve suyun buharlaştırmasını gerektirir. Bu sebeple soğumanın faktörleri daha karmaşıktır. Üç enerji akımı (Kırmızı) Dünya'nın yüzeyinden uzaya doğru akar (Figür 1)⁶.

Dünyanın soğuması, Dünya yüzeyinde aşağıda açıklanan 3 yukarı doğru akıntı ile başlar: İlk akıntı (%7) yukarı doğru termal hareketleride kapsayan mekanik ısı transferini temsil eder. İkinci en önemli akıntı (%23) su buharlaşması sayesinde olan soğumayı temsil eder. Üçüncü akım (%21) yukarı doğru sıcak radyasyonu sayesinde olan soğumayı temsil eder. Bu akıntı iki belirgin akıntıya ayrılır, biri (%15) atmosferde salınır. Ve diğeri (%6) direkt olarak uzaya doğru salınır. Bu üç soğutucu faktörün yeryüzeyindeki toplamı Güneş tarafından yeryüzünü ısıtmaya eşittir.

Güneş radyasyonu bu üç yansıma hariç (%30) daima aşağı(%70) doğru olur. Isıma radyasyonu daima yukarı doğru akar: (%64) atmosfere, (%6) uzaya. Atmosferden kaynaklanan aşağı doğru ısı radyasyonu bulunmamaktadır. +33 derecelik sera gazı etkisi böyle bir aşağı doğru termal radyasyon akıntısını gerektirirdi.

⁵ Beyaz fosforun yanana kadar kendisini ısıttığı görüyor. Gerçekten beyaz fosforun ve O₂nin kimyasal enerjisinin ısıya dönüşmesi sebebiyle sıcaklık artıyor.her tutuşma prosesinde kural budur.

⁶ Pozisyon 2 bir istisnadır.

Karbondioksit Dünya'nın yüzeyini soğutmasının temel argümanıdır. Yukarı doğru ısı radyasyonu akımının (%15) yeryüzünden atmosfere doğru olması. Bu ısı radyasyonunun Dünya yüzeyinden yukarı doğru akıyor olması sebebiyle yeryüzünü ısıtmanın bir faktörü olamaz.

Bundan itibaren atmosferin (CO_2 , H_2O , N_2 ve O_2) en önemli bileşenlerinin farklı moleküler kimyasal özellikleri tartışılacaktır. Sonuç olarak CO_2 'nin soğutma yetkisi bu farklı özellikleri bilmek sayesinde anlaşılacaktır.

Enerji akımlarını takip eden birkaç alakalı bilimsel kanun vardır. Bir temel bilimsel kural, enerjinin toplamının korunması kanunudur⁷. Bu kural sadece Dünya'nın kısımları için geçerlidir, enerji üreticisi olan Güneş için veya sonsuz enerji kaynağı olan uzay için geçerli değildir. Bu sebepten bu kanun yüzey ve Dünya atmosferi arasındaki enerji alışverişi için geçerlidir. Bir başka temel bilimsel kural, bir madde enerji saldıgında soğur ve enerji aldığıda ısınır. Radyasyon enerjisi, ısı enerjisine maddenin yardımıyla ancak dönüştürülebilir. Termodinamik ikinci kanunu ısı enerjisinin faydalı enerjiye (iş) tamamen dönüştürülemeyeceğini belirtir. Bütün bu kanunlar Dünya'nın yüzeyindeki enerji alışverişi için geçerlidir, Güneş, Dünya ve Uzay arasındaki yukarı ve aşağı enerji akımları için geçerli değil (Figür 1'de gösterildiği gibi).

Radyasyonla ısınma, eğer radyasyon absorbe edilirse ve cam veya su tarzı transparan materyallerdeki gibi arasından geçip gitmezse mümkündür. Atmosferin temel bileşenleri nitrojen ve oksijenin aşağı doğru güneş radyasyonunun hepsini Dünya yüzeyine geçmesine izin verir. Yüzeyde yukarı doğru olan tüm termal radyasyonun uzaya geçmesine izin verir. N_2 ve O_2 ne Güneş radyasyonu⁸ ne de ısı radyasyonu ısıtır. Çünkü onu absorbe etmezler. Bir radyasyonu emisyonu ve absorpsiyonu belli bir kimyasal bağın absorpsiyon sayesinde hızlanması (titreşim ve rotasyon) veya emisyon sayesinde yavaşlaması hareketleridir. Genelde N_2 ve O_2 radyasyonu absorbe edemez ve dışarı veremez.

Ancak şekil (Figür) 1 de gösterildiği gibi Güneş radyasyonunun iki akımı (%16 ve %3) atmosfer ve bulutlar tarafından absorbe edilir. Bu da hangi moleküllerin aslında bu radyasyonu absorbe ettiği sorusunu akla getirir.

Pozisyon 1 olarak etiketlenen akım (%16) Güneş'in UV radyasyonunu temsil eder. O_2 molekülü tarafından absorbe edilir ve aşağıdaki iki O_3 rosesi aracılığıyla sıcaklığa dönüştürülür.

Diatomic oxygen O_2 ↔ O_3 Triatomic oxygen (ozone)

UV radiation is consumed



Heat is generated

Ozon işlemlerinden öncesi gibi, O_2 ve O_3 molekülü ozon işleminden sonrada değişmez ve aynı kalır. Buna kimyasal denge denir. Toplamdaki ozon prosesi Güneş'in UV radyasyonunun atmosfer ısısına %100 dönüşümünden daha fazla olamaz. Ozon prosesi Plank'ın radyasyon kuralına karşılık (denk) gelmez.

Güneş radyasyonunun bulutlarca absorbe edilen %3'lük akımı bulutun sıvı su damlacıkları sayesinde absorbe edilen Güneş'in infrared radyasyonunu temsil eder. Gaz durumundaki

⁷ Ufukal enerji akımları dünya yüzeyine paraleldir bir alanı soğuk rüzgarla soğutmak ve sıcak rüzgarla ısıtmak gibi. ikisi de dünyanın enerji bütçesiyle alakalıdır çünkü enerjinin korunması kanunu bu durumlarda geçerlidir.

⁸ Pozisyon 3teki UV güneş ışığının ozon prosesi istisnadır.

moleküllerin infrared bandları sıvı haldekilerinkinden daha küçüktür. Bu sebepten sıvı H₂O moleküllerinin infrared absorpsiyon miktarı gaz haldeki su moleküllerinkinden çok daha fazladır.

Şimdi karbondioksit soğutmasıyla ilgili esas argümanımıza geliyoruz. Dünya yüzeyinden atmosfere doğru olan ısı radyasyonuna daha yakından bakmamız gerekir (pozisyon 2). CO₂'nin uzaya salınması oranı Dünya'nın yüzeyinden yukarıya giden radyasyonun absorpsiyon oranından daima daha yüksek olması sebebiyle bu akım oluşur.

Öncelikle Dünya'nın ve Dünyada'ki bu şekilde tüm kimyasal maddelerin kendini ısıtamayacağını görürüz. Aksine, neredeyse tüm materyaller Newton'un soğuma kanununa göre ısı radyasyonun uzaya geri döndürülemeden emisyonuyla soğuyabilirler. Ancak Newton'un soğuma kanununa göre soğuyamayan birkaç kimyasal molekül için istisnalar vardır. Bu gaz halindeki moleküller N₂ ve O₂'nin küresel simetriği ve tamamen kutupsuz molekülleridir. Bunlar atmosferin %97'sini oluşturur. Bunun sonucunda atmosferin %97'si kendini soğutamaz. CO₂ meselesi için bu çok önemlidir. N₂ ve O₂ molekülleri elektrik dipol momentine sahip değildirler. Dipol momentsiz⁹, moleküllerin termal hareketleri, ne Güneş'ten ne Dünya'dan hiçbir elektromanyetik radyasyon ne salarlar nede absorbe ederler.

Bununla beraber, yüzeye yakın olan atmosfer gece soğuma yapar ama atmosfer Dünya yüzeyine temas etmesiyle dolaylı olarak soğur. Geceleri yukarı doğru sıcak radyasyonun emisyonu ile daha etkili soğur.

Ama, Newton'un soğuma kanunu kendi kimyasal bağlarında güçlü bir elektrik dipol momentine sahip olan asimetric triatomik gaz molekülleri olan H₂O ve CO₂ için geçerlidir ve bu yüzden onlar infrared bakımından çok aktiftir (Figür 3e bakın). Mecazi konuşursak, atmosferin infrared bakımından inaktif olan hacmi/büyüklüğü, atmosferi bir ölçüye kadar uzay aracılığıyla soğutmaya açık/maruz bırakan takriben %2lik "genelde infrared bakımından aktif Dünya maddesi" ile karışıktır. %2nin nümerik değeri H₂O (%0 ile % 4) ile CO₂ (400 ppme denek gelen %0,04) ortalama konsantrasyonlarının toplamıdır. H₂O ve CO₂ normal Dünya maddesi olduğu denir çünkü uzaya doğru ısı radyasyonu salarak soğurlar ve aynı yolla da uzay tarafından soğutulurlar. Meteorolojik sıcaklıkların ölçüldüğü 2 metre yükseklikte, atmosfer tabakasının soğuması yüzeyin yaptığı indirekt/dolaylı soğuması iledir çoğunlukla. H₂O ve CO₂'nin yukarı doğru radyasyonu ile direkt soğuması bunla alakalı olamayacak kadar aşağıdır/düşüktür, %2lik düşük konsantrasyonundan ötürü.

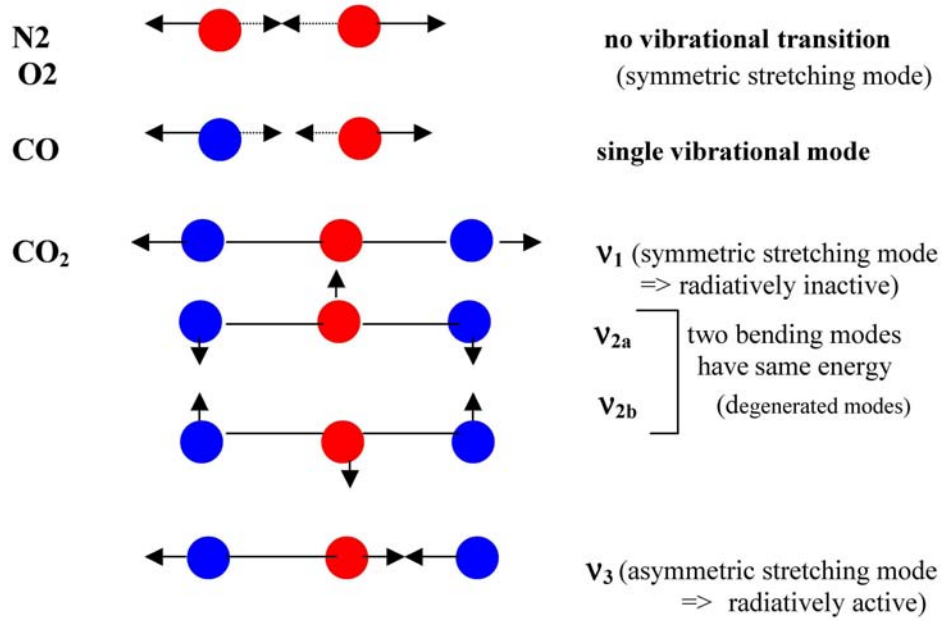
Ancak, 75 kmlik yükseklik olan turbopausea kadar olan toplam atmosferik sütunun toplam enerji dengeleri ile ilgili durum ise bayağı farklıdır. Bu bağlamda, H₂O ve CO₂'nin %2lik karışımı/harç maddesi, uzaya olan yüksekliği ve yakınlığı (sebebi)yle gittikçe daha soğumasında olduğu gibi tüm atmosferik sütunu soğutmağa yeter. 75 kilometrelik yüksekliğe kadar olan tüm hacminin üzerindeki atmosfer uzaydan soğutulurken, Dünyanın uzaydan soğutulan yüzeyinin alanı birkaç santimetre ile sınırlıdır. Bu da atmosferin çok yüksek soğutma kapasitesini (%63) ve dünyanın toplam yüzeyinin (toprak kütlesi ve okyanus dahil) çok daha düşük soğutma kapasitesini (%6) açıklar.

Güneşin radyasyon akımı ile ilgili olarak, atmosfere enerji girdisi hem Dünya yüzeyi üzerinde dolaylı (%51), hem de ilaveten güneş radyasyonunun direkt absorpsiyonu ile oluşur 8%16+%3 = %19). bu sebeple, atmosfer güneş enerjisinin %70ini alır ki bu da

⁹ Eğer farklı atomlar birbirine bağlanırsa o halde bir kimyasal bağ bir elektrik dipol momentine sahip olur. Sonra toplam dışarı doğru elektrik nötrallite korunsun diye, diğeriyle izafeten, bir atom pozitif elektrikli olur ve diğeri aynı miktarda negatif elektrikli olur. Bir dipol momentli iki kimyasal bağlı atomun termal hareketi elektromanyetik ısı radyasyonuna neden olur

yüzeyin aldığından daha fazladır (%51). Buna rağmen/bunla beraber, atmosfer halen Dünya yüzeyinden daha soğuktur. Tüm dünyanın toplam soğutma kapasitesine (%70) cihetle, atmosferik sütunun soğutma kapasitesi (%64) yüzeyin birkaç santimetre yüksekliğinin soğutma kapasitesinden (%6) büyüklük kertesinde daha yüksektir.

Figür 3¹⁰:



Esas argümanımıza dönüyoruz. Koyu sarı ok (Figür 1) dünya yüzeyinden atmosfere ısı radyasyonu sayesinde olan soğumayı temsil ediyor. Ama, N₂ ve O₂ ısı radyasyonunu absorbe edemezler. Sadece eser miktar/trase/kalıntı gazlar H₂O ve CO₂ yüzeyden salınan bu ısı radyasyonunu absorbe edebilirler. Bu ışınım soğuması sera gazı denen +33 C ısınmayı ileri süren/ savunan "sera gazı etkisi" varsayımına tamamen ters düşer.

Üstelik, dünyanın tüm enerji dengesine yön veren atmosferden uzaya olan ısı radyasyonunun en önemli akımı, atmosfere geçen/giren uzaya doğru tüm enerjii taşıyan, tüm atmosferin ısı radyasyonudur (pozisyon 4) , kalın kırmızı okla gösterilir. Şekil 1 atmosferde bir yerde sabit bir kalınlıkla okun anı başlangıcını gösteriyor. Gerçekte, böyle bir sıçrayış mevcut değil. Bilakis atmosferin soğuma miktarını gösteren bu okun kalınlığı sabit bir şekilde 75 km irtifaya kadar artması gerekir. Atmosferik sütunun sıcaklığı yerçekiminin yoğunluk ve sıcaklığa olan etkisiyle ilişkin olarak, her 100 metrede -0,6 ile -1 derece olduğu yaygın bilinen soğumadan daha fazla düşer.

CO₂ atmosferik sütunda 400 ppmlik eser miktarda bulunduğu halde Dünyayı esas soğutan olarak nasıl işlev görüyor? 12 km üzerindeki irtifadaki gaz halindeki su konsantrasyonu 10 ppmye düşer, çünkü gaz halindeki H₂O molekülleri buza derişir. 12 km ile 75 km arasında uzaya ısı radyasyonu sadece CO₂ ile olur.

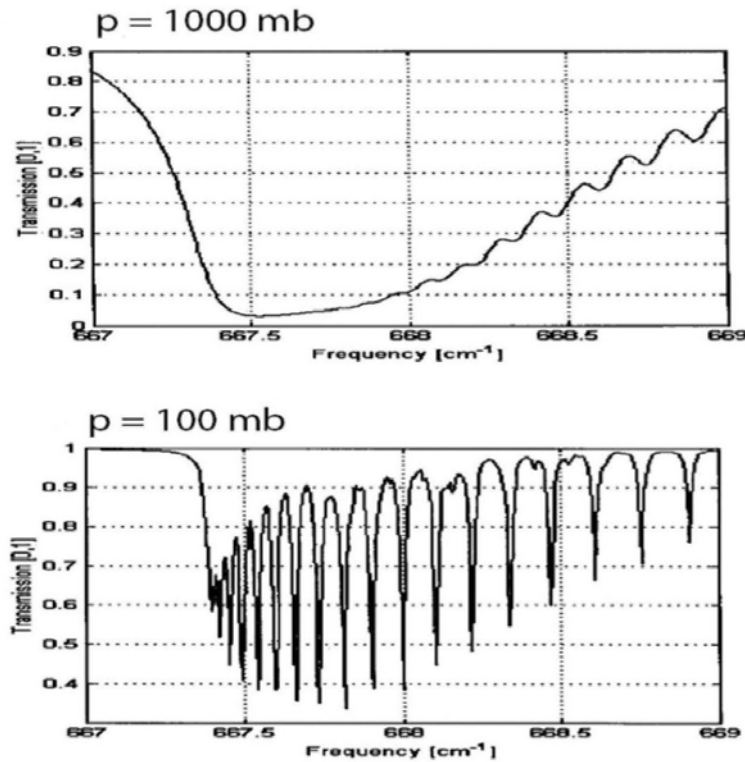
Üstelik, CO₂'nin en önemli soğutucu olması Güneş, Dünya ve uzay arasındaki enerji akımları ile ispatlanır. hem de büyük ölçüde yoğun infrared etkinliği sebebiyle de en önemli soğutucudur. CO₂ (şekil 4) C=O bağının yüksek dipol momentini sayesinde çok güçlü 15 mikron ve 10 mikronluk infrared bandlara sahiptir. CO₂'nin önemli soğutma etkisinin sera gazı etkisi denen sahte fiziksel varsayımlar sebebiyle ısıtma etkisine dönüşümü bilimcilerce yapılan en büyük hatalardan biridir.

¹⁰ <http://www.heliosat3.de/e-learning/remote-sensing/Lec7.pdf>

“Tüm” atmosferik sütunun yükseklikle artan ısı radyasyonunun en önemli faktörü H₂O ve CO₂’nin infrared bandlarının basınç tarafından genişlemesi ile modüle edilen güçlü infrared etkinliğidir. Yüksek irtifada alçak basınçta infrared bandları çok düşük ve daha az yoğundur. Dünya yüzeyine yakında yüksek basınçta infrared bandları çok geniş ve daha az yoğundur. Ama bandın cenahlarındaki ısı radyasyonu uzaya direk ulaşır, daha düşük basınç altındaki daha yüksekteki moleküller tarafından absorbe edilmeden.

Figür 4¹¹:

Atmosferik basınç gazların absorpsiyon spektrumlarını kuvvetlice etkiler (basınç genişlemesi ile). Bu da, değişen basınç, sıcaklık ve gaz miktarı sebebiyle, infrared radyasyonunun miktarını hesaplanamaması sorununu doğurur.



Tipik 1000 mb veya 100 mb CO₂ konsantrasyonu ile 1 metrelik yolun yüksek tayfsal çözünürlüklü ileitm spektrumlarına örnek.

Fazla ayrıntı bu kitapta bulunabilir¹².

¹¹ http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803_Fall2009/Lec6.pdf

¹² Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 15, Nr. 256, Hopp, V., Stehlik, G., Thüne, W. u. Wagner, E., Atmosphäre, Wasser, Sonne, Kohlenstoffdioxid, Wetter, Klima, Leben - Einige Grundbegriffe. ISBN: 978-3-18-325615-0.