



Alberto Muñiz

Ingeniero Mecánico U.B.A.
 Docente Departamento
 Ingeniería Mecánica FIUBA.

Es más: Los que nos aseguraban un clima frío como el de Marte, ahora nos anuncian los calores de Venus. En ambos casos la explicación es la misma y muy sencilla: El planeta, elegido por meta final, tiene alto porcentaje de anhídrido carbónico en su atmósfera, por lo tanto, si subimos el tenor de este gas vamos a terminar como él. ¿Y la diferencia de distancia al sol...?, ¿Y la inversa de los cuadrados de la distancia?, ¿Y la masa de atmósfera circundante?: - Bien... Gracias.

Últimamente aparecieron mediciones indicando que volveríamos a enfriarnos. En la cordillera nieva de nuevo como en los mejores tiempos, hay indicios de comienzo de crecimiento de glaciares, los últimos registros meteorológicos de la Prov. de Córdoba indican enfriamiento, en 1.989 en Alaska se tuvo en el invierno el registro de -65 °F (-53,9 °C), llegando en Tanana, cerca de Fairbanks, a -75°F (-59,4°C), en 1999 nevó en Miami y, en pleno verano, nevó en Bariloche, etc. Entonces... Bueno ya hay quienes anuncian que debido al calentamiento global hay más evaporación, por lo tanto: ¡Nieva más!

Que existen cambios masivos en el clima, es innegable. Cambios más o menos rápidos están registrados en las distintas capas geológicas. Lo que vamos a analizar es cuanto puede cambiar el clima el cambio del tenor de anhídrido carbónico. A poco que uno se ponga a analizar el problema, se da cuenta que, frente a las radiaciones y re-radiaciones térmicas, la cantidad de vapor de agua de la

¿Existe el Calentamiento Global?

1° PARTE

POCO A POCO, NOS HEMOS VISTO ENVUELTOS EN LAS TEORÍAS DE CAMBIO CATASTRÓFICO DEL CLIMA. HASTA BIEN ENTRADOS LOS OCHENTA, SE NOS MOSTRÓ UN FUTURO FRÍO, DEBIDO A UNA NUEVA ERA GLACIAR GENERADA POR EL ANHÍDRIDO CARBÓNICO, PROVENIENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES. POSTERIORMENTE; ALGUNOS INDICIOS PARECIERON INDICAR QUE EL CLIMA SE ESTABA CALENTANDO. ENTONCES SE CAMBIÓ EL LIBRETO Y CON LOS MISMOS ARGUMENTOS PASAMOS A TENER EL "ACTUAL" CALENTAMIENTO GLOBAL.

atmósfera, que es superior a la del anhídrido carbónico, tiene una acción unitaria, también superior pues aun con una concentración similar su acción es mayor entre 3 veces a 1 y 4 veces a 1. Además, como veremos en la segunda parte de este artículo, las zonas del espectro de máxima reemisión de energía radiante, de la tierra al espacio, coinciden mejor con la zona de absorción del agua que con las del CO2 Por lo tanto, si algo cambia el clima es, primordialmente, el vapor de agua, o humedad, de la atmósfera. De hecho hay muchos antecedentes indiscutibles de la acción de grandes represas, construidas en zonas secas, sobre el clima de la región.

La pregunta que nos haremos en la primera parte de este artículo es: ¿Cómo funciona el CO2 dentro de la atmósfera: ...? Y la evaluación de su acción respecto a los demás gases que, también, absorben radiación térmica a baja temperatura. En la segunda parte daremos una lista de observaciones meteorológicas e históricas consultadas acreditando las conclusiones de la primera parte así como expondremos las condiciones necesarias para tener un efecto invernadero anómalo.

Entendamos que la conclusión de este estudio NO es el tratar de avalar la posibilidad de hacer cualquier cosa con el aire atmosférico. Solo queremos poner algunas cosas en su lugar por las implicancias económicas y políticas que tiene su ignorancia.

Repasando física: Radiación de gases y vapores

LOS ESPECTROS DE ABSORCIÓN DE LOS GASES Y SUS RADIACIONES ¹

A diferencia de los cuerpos sólidos, los gases son transparentes a la radiación térmica en casi todo el espectro, o sea: Mientras los sólidos emiten y absorben cualquier longitud de onda, los gases y vapores solo absorben y emiten en determinados intervalos espectrales denominados bandas. Hay físicos que explican la emisión y absorción de radiación por un gas admitiendo que durante las colisiones moleculares se excitan las rotaciones y vibraciones de los átomos que forman las moléculas los que de poseer cargas eléctricas libres, emiten o absorben ondas electromagnéticas. Los gases simples, que están formados por átomos del mismo tipo (por ejemplo, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno), no tienen cargas libres, por lo que son transparentes a la radiación térmica. Esto es casi estrictamente cierto por debajo de los 2 000 K.

En cambio hay gases que poseen bandas de absorción de una anchura que sus radiaciones se deben tener en cuenta en los cálculos, aun cuando se encuentren en forma gaseosa. Entre estos gases se deben citar, por su abundancia, el vapor de agua y el bióxido de carbono, el monóxido de carbono, el bióxido de azufre, el amoníaco, el metano y otros hidrocarburos, el ácido

¹- Suponemos que el lector recuerda los rudimentos de la radiación entre sólidos. Este tema básico se encuentra en casi cualquier libro de física y/o transmisión del calor elemental. Una buena introducción sencilla y rápida al tema, con un tratamiento didáctico, se puede encontrar en Manrique: "Transferencia de calor", edit HARLA, México, pg. 147 a 169. Un tratamiento completo sobre el cálculo de sistemas similares a invernaderos, y las condiciones que deben cumplir, se lo puede encontrar en: Meinel y Meinel "Aplicación de la energía del sol", traducción publicada por Edit. Reverté. Como quiera que sea aquí se recordarán los conceptos básicos necesarios.

clorhídrico, ciertos gases clorados, etc. Las figuras 1 y 2 (tomadas de "Transmisión de calor" Gröber, Erck y Grigull), muestran los espectros de absorción y emisión del vapor de agua y del bióxido de carbono para capas de distintos espesores.

Por razones de edición éstas figuras serán entregadas con la segunda parte de esta nota.

Sus formas dependen de la temperatura y de la presión y su ordenada es función del espesor de la capa. Estos valores de las ordenadas, que son muy importantes en la técnica, dependen de un modo complicado de las magnitudes antes citadas. Datos del anhídrido sulfuroso, amoníaco y monóxido de carbono, así como la interacción de gases emisivos con partículas de polvo, pueden consultarse en "Transmisión de Calor" de Mc. Adams, cap. 4 escrito por Hottel, quien remite a 78 citas bibliográficas.

Un tratamiento no muy distinto del tema, con datos para otros gases, se puede encontrar en el "Handbook of Heat Transfer" de Rohsenow Et Hartnett en el cap 15 B de Sparrow y, sobre todo, en el 15 C de Dunkle. Estos autores remiten a 83 citas bibliográficas. A su vez las curvas límites presentadas están tomadas del capítulo 17 de "Transmisión del calor" de Isachenko, Osipova y Sukomel.

Como corroboración se constataron contra los valores de corrección para presiones parciales reducidas de Eckert y Schwiedessen.

En la **Tabla 1** figuran las principales bandas del bióxido de carbono, según las medidas de Paschen, y del vapor de agua, de acuerdo con las medidas de Hettner y von Bahr. Puede observarse que presentan curvas complementarias, pero otras son casi coincidentes, lo que importa al calcular las propiedades de mezclas gaseosas.

La radiación de un cuerpo sólido se expresa por la ecuación de Stefan-Boltzmann:

$$E_T = \epsilon \cdot \sigma_n \cdot T^4 \quad [W/m^2]$$

Que, por comodidad, se puede expresar como:

$$\bar{\epsilon}_T = \epsilon \cdot C \cdot (T/100)^4 \quad [W/m^2]$$

$$\sigma_n = \text{cte. de Stefan-Boltzmann} = 5,775 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$C = 5,775 \text{ Watt/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

= factor entre 0 y 1 denominado factor de gris. O sea: Evalúa a cuan gris equivale la superficie; Vale 1 para el negro perfecto, 0 para un espejado perfecto y valores intermedios de acuerdo a la oscuridad del gris. Va de suyo que las superficies de colores se asemejan, en su tratamiento, a una gris.

La ecuación de Stefan Boltzmann es cierta para cuerpos negros y grises, y se

puede usar para la mayor parte de los radiadores sólidos, en los que la radiación es proporcional a la temperatura a la cuarta. Los metales siguen una ley de exponente mayor, por Ej.: El platino que llega a tener un exponente de 5. Los gases son un caso distinto. Las discrepancias se salvan poniendo coeficientes ϵ que son función de la temperatura y de la superficie, para los metales y de la presión, temperatura y longitud recorrida por la radiación para los gases.

En ambos casos, dentro de pequeños entornos de variación de propiedades, el coeficiente ϵ se puede considerar constante.

La intensidad de la radiación que atraviesa un espesor s vale

$$I_\lambda = I_{\lambda,0} e^{-a_\lambda \cdot p \cdot s} \quad [1]$$

Donde $I_{\lambda,0}$ es la intensidad de la radiación incidente y a_λ el denominado coef. de extinción. La expresión anterior es la ley de Beer, válida mientras a_λ dependa solo de λ y no de la presión total o parcial p . lo cual supone que las interacciones entre las moléculas de un gas que emita radiaciones y entre las moléculas de este gas y cualquier otro deben ser independientes de la densidad. Únicamente entonces se puede compensar con un aumento de espesor de capa la pequeñez de la presión parcial. Los resultados experimentales que comentaremos, más adelante, indican que esta ley es de validez limitada.

De la ecuación [1] resulta como valor de la absorbancia para la longitud de onda λ :

$$\alpha_\lambda = \frac{I_{\lambda,0} - I_\lambda}{I} = 1 - e^{-a_\lambda \cdot p \cdot s} \quad [2]$$

A diferencia de lo que ocurre en los sólidos, en los gases, no hay reflexión de radiación. O sea: Un gas absorbe y emite en sus frecuencias propias. Pero NO hay ningún tipo de "rebote".

Si el espesor de la capa se hace infini-

to es $a_\lambda = 1$, en las zonas del espectro en las que la longitud de onda acierte dentro de una banda de absorción. Entonces la absorción y emisión del gas son iguales a la del cuerpo negro: y toda radiación incidente es absorbida. Fuera de las bandas de absorción a_λ es nulo cualquiera que sea el espesor de la capa o de la cantidad de gas. De acuerdo con la ley de Kirchhoff, a la emitancia ϵ_λ le ocurre lo mismo. La emitancia total a una temperatura dada se puede calcular mediante:

$$\epsilon = \frac{\int_0^\infty \epsilon_\lambda I_{\lambda,n} d\lambda}{\sigma_n T^4} \quad [3]$$

valor que se refiere a temperatura T , presión p y espesor de capa s determinadas, o por la ley de Beer, a un valor fijo del producto $p \cdot s$. La función $I_{\lambda,n}$ que aparece en la ecuación [3] representa la intensidad de la radiación del cuerpo negro definida por la ley de Planck.

Los gases, como radiadores selectivos, no cumplen ni la ley de Stefan Boltzmann ni la de Beer. Por lo tanto se acostumbra a calcular la energía radiada por una masa gaseosa a la temperatura T mediante expresiones de la forma:

$$E = \epsilon \cdot \sigma_n \cdot T^4 = \epsilon \cdot C_n \cdot (T/100)^4 \quad [4]$$

en los cuales la emitancia ϵ es función, además de la presión parcial y de la longitud recorrida por el haz, de la temperatura. Utilizar la ecuación [4] equivale a considerar al gas, matemáticamente, como un radiador gris de características variables.

Curvas de Hottel - Mangelsdorf

Para la resolución de los problemas de radiación de gases, generalmente, se utilizan las llamadas curvas de Hottel-Mangelsdorf. Otros autores prefieren trabajar con las de Eckert. Como quiera que sea con ambas presentaciones se llega a los mismos resultados. Las reproducciones que siguen

Bióxido de carbono			Vapor de agua		
Nº	λ	$\Delta\lambda$	Nº	λ	$\Delta\lambda$
1	2,4 - 3,0 μ	0,6 μ	1	1,7 - 2,0 μ	0,3 μ
2	4,0 - 4,8 μ	0,8 μ	2	2,2 - 3,0 μ	0,8 μ
3	12,5 - 16,5 μ	4,0 μ	3	4,8 - 8,5 μ	3,7 μ
			4	12 - 30 μ	18 μ

Tabla 1: principales bandas de absorción de bióxido de carbono y vapor de agua.

están tomadas del libro de Isachenko, Osipova y Sukomel por estar corregidas con datos bastante actualizados. En ambas figuras fueron agregadas las curvas que corresponden a los valores límites para: $p.s = \infty$, que corresponden a la Fig. 5, que se acompaña. (Ver figuras 3, 4, 5 y 6)

En nuestro caso las longitudes de absorción del haz se miden en kilómetros. El valor de la presión total va desde una atmósfera, a nivel del mar, hasta valores realmente bajos. Las figuras anteriores están trazadas para una presión total de 1 atm. (760 Torr).

Las condiciones de validez de los valores de las curvas pueden ser extrapoladas bajo ciertas condiciones. Para la curva del CO₂, Hottel hasta la edición de 1942 del Mc. Adams "Heat Transmission" aseguraba los datos siempre que la presión total excediera a $0,5 \times (T/300)$ [atm], -Midiendo T en K-. Posteriormente nuevos ensayos le hicieron remover esta limitación. Para la del vapor de agua, Egbert ("Doctoral dissertation", MIT 1941), aseguraba la validez de los resultados con la limitación de que las presiones de ella fueran bajas; lo que es nuestro caso. De ser lo contrario se deben realizar correcciones. Las gráficas para estas correcciones pueden encontrarse en "Handbook of Heat Transfer" de Rohsenow & Hartnett (Mc. Graw Hill), Fig. 3 de pag. 15-78.

Según Gröber, Erck y Grigull: Las experiencias indican que con presiones mayores, sobre todo en el caso del vapor de agua, se deben esperar valores diferentes a los señalados. Para valores bajos no se han detectado diferencias importantes. Ellos avalaron esto citando los artículos de: Eva Von Bahr "Über die Einwirkung auf die Absorption ultraroter Strahlung durch Gase" (Ann.Phys.,29,780) y comunicación de Fishenden a Hottel "Radiant Heat Transmission from Water Vapor" (Trans. AIChE, 38, 531/568). Específicamente respecto al CO₂ ver: Stull, Wyatt & Plass "The Infrared Absorption of CO₂", Final Report, vol. 3, Aeronutronic Division, Ford Motor Co., Enero 1963.

Para una mezcla de estos gases la emisividad, y por lo tanto la absorbancia, se calcula:

$$\epsilon_g = \epsilon_{CO_2} + \epsilon_{H_2O} - \Delta\epsilon_g \quad [5]$$

ϵ_g : Emisividad o absorptividad de la mezcla

ϵ_{CO_2} : Emisividad o absorptividad del CO₂ como si estuviera sólo en el aire

ϵ_{H_2O} : Emisividad o absorptividad del H₂O como si estuviera sólo en el aire

$\Delta\epsilon_g$: Corrección de emisividad o absorptividad por la mezcla de los gases

Poniendo números a las ecuaciones.

CO₂.

Tradicionalmente se consideraba que el CO₂ estaba repartido en forma homogénea en la zona de la atmósfera denominada troposfera. En ella existen fuertes corrientes de aire que homogeneizan los componentes. La tropósfera tiene una altura de unos 11 km en el ecuador y 16 km sobre los polos. Para nuestra demostración la consideración del valor mínimo de 11 km es suficiente. La capa siguiente de la atmósfera, tropopausa, es una zona quieta donde se consideraba que el CO₂, que tiene una densidad más alta que la mayoría del resto de los componentes del aire, no tendría un porcentaje constante. La zona intermedia entre la tropopausa y la troposfera es la zona de los grandes vientos (Hasta 560 km/hr). Esta capa es muy delgada para generar diferencias apreciables en los resultados.

Hace relativamente poco tiempo se determinó una zona denominada Homósfera, que va desde el nivel del mar y llega hasta los 80 km de altura, en la cual los gases de la atmósfera tienen composición homogénea.

Como quiera que sea, tal como se verá, los datos considerados ya son suficientemente corroborativos de lo expuesto que la no-consideración de la influencia del resto de la atmósfera queda como un factor de seguridad que asegura la validez del resultado de los cálculos realizados. Máxime teniendo en cuenta que, como se puede apreciar en las figuras, los coef. ϵ suben al bajar la temperatura.

De Gischarde Metrical Instruments se obtuvieron los datos de presiones (2° columna de Tabla 2) en función de la altura (1° Columna). Sobre la base de ellos se calculó la presión parcial del CO₂ (3° columna). En la cuarta columna se presentan los valores de las presiones parciales del CO₂ multiplicados por los coeficientes de Simpson para hacer la integración por este método.

En la parte inferior está la sumatoria y luego el valor resultante de la integración que es 2,103 atm.m = 210 atm.cm.

Este valor es el medido en forma vertical. Pero cualquier punto considerado irradia a una semiesfera de gas semiabsorbente. O sea: El valor calculado de p_{xL} también es un valor mínimo. Para corregir los valores de L en función de las formas que contienen los gases ver: Edwards ASME Trans., ser. C., N°1, 1962.

De la Fig. 4 surge que para p_{xL} 210,3 atm.cm el $\epsilon_{CO_2} = 0,21$.

De ciertos estudios publicados la presión media del CO₂, en la atmósfera, en

Altura [m]	Presión Atmosférica [atm]	Presión CO ₂ [atm]	Regla de Simpson
0	1.000	0.0003500	0.00035000
500	0.940	0.0003290	0.00131598
1000	0.884	0.0003093	0.00061850
1500	0.831	0.0002907	0.00116277
2000	0.781	0.0002732	0.00054650
2500	0.734	0.0002569	0.00102740
3000	0.690	0.0002414	0.00048287
3500	0.648	0.0002269	0.00090779
4000	0.610	0.0002133	0.00042665
4500	0.573	0.0002005	0.00080210
5000	0.539	0.0001885	0.00037698
5500	0.506	0.0001772	0.00070872
6000	0.476	0.0001665	0.00033309
6500	0.447	0.0001566	0.00062621
7000	0.420	0.0001472	0.00029431
7500	0.395	0.0001383	0.00055330
8000	0.371	0.0001300	0.00026005
8500	0.349	0.0001222	0.00048889
9000	0.328	0.0001149	0.00022977
9500	0.309	0.0001080	0.00043197
10000	0.290	0.0001015	0.00020302
10500	0.273	0.0000954	0.00038168
11000	0.256	0.0000897	0.00008969
		$\Sigma =$	0.01261826
		$(1/3) \times 500 \times \Sigma =$	2.1030

Tabla 2. Estimación de p_{xL} para el CO₂

1750 era de 280 ppm en lugar de los 350 ppm actuales. Dato tomado de la página de la Universidad de Oregon <http://zebu.uoregon.edu/1998/es202/113.html>.

Recalculando surge que en esos años el p_{xL} valdría 168,3 atm.cm. De la Fig. 4 el ϵ_{CO_2} resultante era = 0,19

De duplicarse el tenor de CO₂ en la atmósfera el p_{xL} valdría 420,8 atm.cm y el $\epsilon_{CO_2} = 0,22$.

Como puede observarse los cambios son pequeños. Pero para tener una idea de su real valor debemos considerar su influencia en la atmósfera considerando el total de los gases involucrados.

H₂O

La presión del vapor de agua, a bajas temperaturas, puede expresarse por la siguiente ecuación obtenida en base a los datos del U.K. Steam Tables, Arnold, 1970. La regresión de los datos fue realizada con CurveExpert 1.3 de Hyams con ajuste por inversa de cuadrados mínimos.

$$p_{sat}(t) := \left[a + b \cdot \frac{t}{^{\circ}C} + c \cdot \left(\frac{t}{^{\circ}C} \right)^2 + d \cdot \left(\frac{t}{^{\circ}C} \right)^3 + e \cdot \left(\frac{t}{^{\circ}C} \right)^4 \right] \cdot \text{bar}$$

donde: t es la temperatura en °C

a, b, c, d y e son ctes que valen:

a:=0.0061180385

b:=00042793327

c:=1.6896815*10⁻⁵

d:=1.204437*10⁻⁷

e:=6.1667885*10⁻⁹

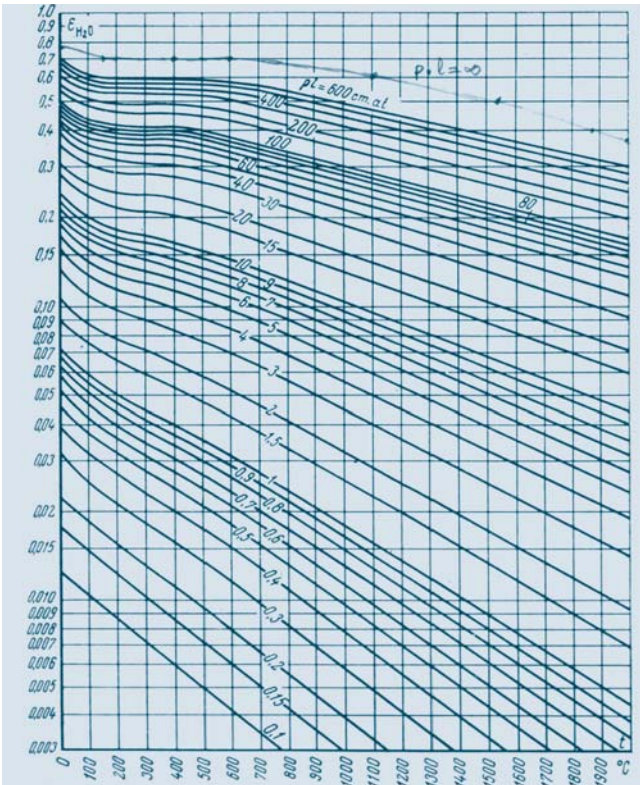


Fig. 3: Emisividad del vapor de agua, en función de la densidad. Tomado de "Transmisión del calor" de Isachenko, Osipova y Sukomel. Curva de p_L infinito añadida según datos de Fig. 5.

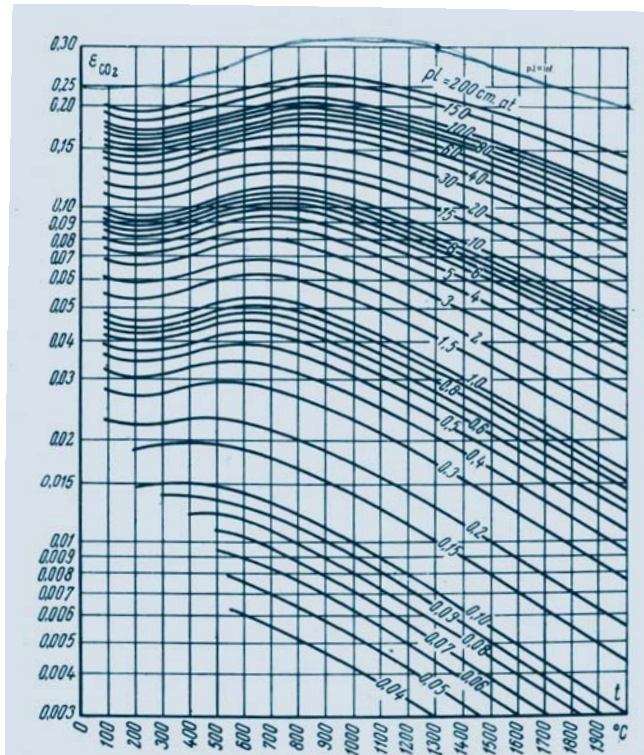


Fig. 4: Emisividad del anhídrido carbónico, en función de la densidad. Tomado de "Transmisión del calor" de Isachenko, Osipova y Sukomel. Curva de p_L infinito añadida según datos de Fig. 5.

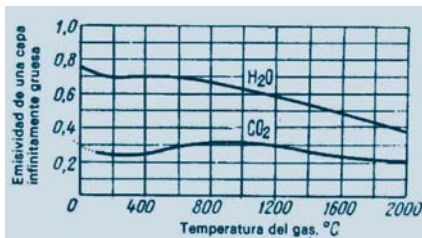


Fig. 5: Emisividad máxima del H₂O y CO₂, en función de la temperatura. Tomado de "Transmisión del calor" de Isachenko, Osipova y Sukomel.

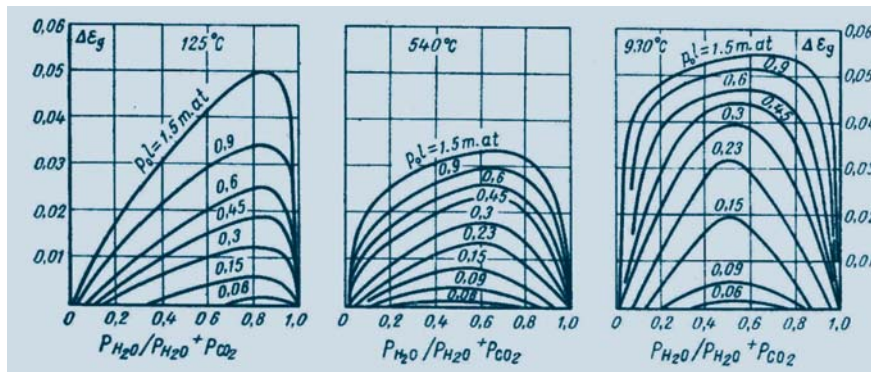


Fig. 6: Corrección $\Delta\epsilon_g$ que tiene en cuenta la absorción mutua. p_0 = presión total del gas. Tomado de "Transmisión del calor" de Isachenko, Osipova y Sukomel.

La humedad ambiente se expresa como un porcentaje del valor de la relación entre la presión parcial del vapor de agua presente en el aire y la presión total del vapor de saturación a esa presión.

Graficando la ecuación y expresando en atm la presión en función del porcentaje de humedad ambiente, para una temperatura de 15 °C, queda la **Figura 7**.

La adopción de 15 °C como temperatura media, es la que se considera normalmente como una media representativa del promedio terrestre. Consideraremos solo los primeros dos mil metros de altura de la atmósfera pues más allá la temperatura baja demasiado como para que la presión del agua sea demasiado representativa. El producto de la presión parcial del vapor de agua en los siguientes nueve kilómetros de altura no añade cambios a los resultados

obtenidos, quedando como factor de seguridad para reafirmar lo expuesto. Entonces quedará:

$$p_x L(\phi) = p(\phi) \times 2000 \text{ m}$$

Graficando esta ecuación se obtiene la **Figura 8**.

De la **Fig. 3** surge que los valores de ϵ_{H_2O} valdrán entre 0.56 y 0.76.

Considerando como valor promedio de la humedad, en la totalidad de la atmósfera, un $\phi = 64 \%$ el p_L del vapor de agua vale, para los 2000 m finales de la atmósfera p_L = 2150 atm cm. Este valor hace orillar ϵ al del p_L infinito. O sea: $\epsilon_{H_2O} = 0.76$.

CONCLUSIONES:

Al sumar los dos valores obtenidos nos queda:

$$\epsilon_{CO_2} + \epsilon_{H_2O} = 0.21 + 0.76 = 0.97$$

El valor de las abscisas de las Fig. 6 es $P_{H_2O} / (P_{H_2O} + P_{CO_2}) = 1$, dada la diferencia de las presiones parciales. En esas condiciones $\Delta\epsilon_g = 0$.

Como podemos ver, actualmente estamos, considerando solamente el CO₂ y el H₂O, cercanos al máximo posible 1. En realidad a la absorción del CO₂ y al H₂O hay que sumarle las del metano, CFC's, amoníaco, CO, C_xH_y, O₃, etc. En caso de sumar los efectos de estos gases y del polvo atmosférico llegaremos a un $\epsilon = 1$.

RESUMIENDO:

1. Todos estos cálculos están hechos suponiendo que los gases son limpios. Si, además, sumamos el efecto de las partículas de polvo de la atmósfera; llegaremos a la conclusión que la atmósfera llegó al máximo coeficiente de absorción (y emisión) de energía radiante que pueda tener. Por lo tanto cualquier aumento de CO₂, o de cualquier otro gas con capacidad de absorción, no puede afectar el resultado final. Las variaciones del valor absorbido solo pueden responder a una variación de emisión de energía del emisor, que en nuestro caso es el sol.

2. La humedad ambiente tiene una acción muy superior a la del CO₂.

3. De los gráficos expuestos surge que la menor variación de la humedad ambiente tiene un efecto muy superior a la multiplicación de la cantidad de CO₂ en la atmósfera.

4. El tenor de humedad ambiente es, prácticamente incontrolable.

5. De los valores históricos de CO₂, que hemos mostrado, surge que desde hace, por lo menos, 250 años su efecto sobre nuestra vida es similar.

6. Hay estudios que parecen demostrar que la atmósfera terrestre tuvo momentos con mayor y con menor CO₂ que el actual.

7. Que, por lo menos en cuanto a absorción de la radiación solar cualquier explosión solar, mancha o mengua de actividad influye mucho más que el CO₂: dicho de otra manera: el CO₂ puede intervenir en otras cosas y su multiplicación podría arrastrar otro tipo de inconveniente. Pero estemos seguros que no es el del calentamiento global.

8. Dado que la absorción y radiación de energía no pueden ser mayores que la actual, un aumento del CO₂ solo puede afectar en el hecho que la zona de absorción suba. Y ese hecho no creo que na-

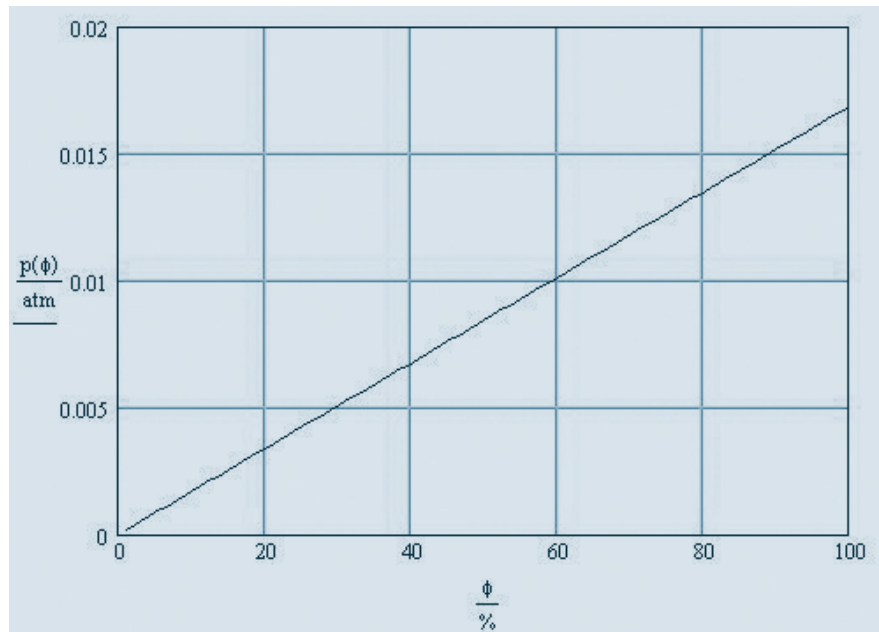


Fig. 7 Presión parcial del vapor de agua en función del tenor de humedad, en una atmósfera normal, con una temperatura ambiente de 15 °C

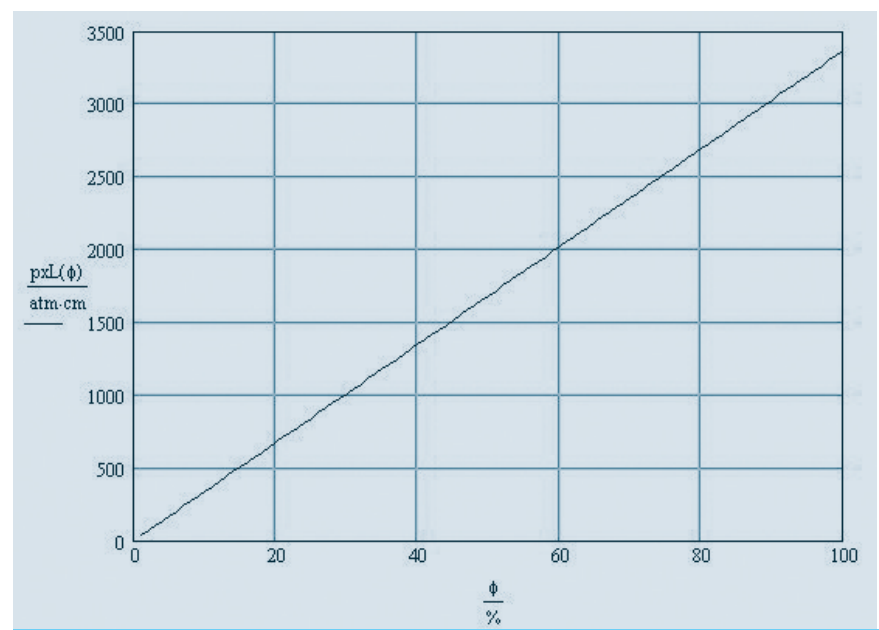


Fig. 8: Gráfica de pXL de la humedad ambiente.

die lo haya estudiado hasta la fecha. O sea: si bien no se cree en el calentamiento global, no se descarta sin un análisis más profundo la posible existencia de algún efecto en el comportamiento de la atmósfera por corrimiento de la altura de la zona de calentamiento de ella.

9. El corrimiento de la zona del calentamiento del aire, a una zona

más alta de la atmósfera, nos induce a pensar que la reemisión de radiación se haría en una zona más libre de polvos. Por lo tanto habría más reemisión de radiación al espacio exterior. Esto, en principio, nos haría pensar más en un enfriamiento global que en un calentamiento global pero, al momento, se carece de pruebas para afirmar o negar esto. ■