

Ingeniería Energética General

Capacidad calorífica de los gases Calculador y fundamento técnico.

Si quiere determinar rápidamente esta importante propiedad de los gases o saber más sobre ella, este documento es el que usted necesita. Describe el procedimiento para emplear nuestro [Calculador Capacidad Calorífica de los Gases](#) y el fundamento técnico de partida, procesador de cálculo publicado y en Libre Acceso en nuestro sitio Web

Otras publicaciones complementarias son:

[Fracción en volumen a fracción en peso. Conversión.](#)

[Calidad de la Energía, Emisiones, Costos.](#)

[Convertidor de unidades de temperatura y presión múltiple](#)

Y muchas más, incluyendo una amplia gama y diversidad de Artículos Digitalizados y Soluciones automatizadas de Cálculo, todas dirigidas a las aplicaciones prácticas de la Ingeniería Energética, las que podrá acceder desde cualquier página de nuestro sitio Web.

Visite www.energianow.com y compruebe usted mismo cómo podemos ayudarle a ahorrar su tiempo, ir directo a lo que necesita; ah y sin rodeos.

Y si requiere una atención específica, no tenga dudas en contactarnos, nuestro equipo diseñará y pondrá a su disposición la solución personalizada de su problema.

¿Que tratará el contenido de este Artículo?

Cómo calcular la capacidad calorífica de los gases y de una mezcla de gases y cómo se relaciona esta propiedad (capacidad calorífica, capacidad calorífica o calor específico) con la temperatura. Conocerá las ecuaciones e integrales que son utilizadas en este procedimiento, ahora automatizadas en el procesador_calculador que se ha diseñado por lo que no tendrá que pasar los apuros de resolverlas, o en ir a una Tabla registrada en un libro de texto.

En la herramienta de cálculo que aquí se presenta se han tomado en cuenta los componentes gaseosos de mayor presencia global. Dentro de este amplio universo, los gases incluidos están muy ligados a la industria y el transporte en general, están presentes en los humos o gases generados como productos de la combustión, en la industria de los combustibles, en la atmósfera como contaminantes atmosféricos, etc.

Esta información o dato, la capacidad calorífica de los gases, se emplea y es imprescindible contar con ella para realizar cálculos de la eficiencia del proceso de la combustión, para determinar el nivel de energía que una determinada mezcla gaseosa contiene y/o transporta, para el cálculo de otros parámetros de importancia termodinámica, como son la entalpía y la entropía, para calcular en número de Prandtl, que relacionado con otros números adimensionales como Reynolds y Nusselt forman las ecuaciones características de los procesos de transferencia de energía calorífica, procesos claves para conocer fuentes de pérdidas caloríficas y determinar los tipos y características del aislamiento térmico que debe emplearse en los equipos y sistemas energéticos. Se pueden mencionar muchas más tareas donde este parámetro se requiere.

Para la determinación de la capacidad calorífica se utilizan expresiones empíricas. En la Tabla que más abajo que se presenta, se pueden comprobar estas relaciones. Han sido escritas aquí para cada uno de los gases que se incluyen este calculador. Estas ecuaciones reportan el calor específico con un error no superior al 5 % (en la mayoría de los gases no mayor al 1 %) en el intervalo de temperaturas entre 273° K (0°C) y hasta 1500 °K (1226.84 °C). Este intervalo a su vez será el límite de empleo de este calculador y valores fuera del rango no serán procesados.

¿Cómo se realizará este cálculo y el resultado sobre qué bases y unidades se reportará?

El primer paso será registrar en el Formulario de entrada del Calculador, la fracción volumétrica del gas o los diferentes gases que forman parte de la misma. Un selector de fracciones colocado en cada fila, según el tipo de gas, ayudará a reducir los posibles errores.

El segundo paso es precisar la temperatura a la que se encuentra el gas o la mezcla y la temperatura ambiente. Más abajo registrará ambos valores.

Tercer paso. Debe confirmar que ha seleccionado la fracción 100% si es un

solo gas, o que los valores de las fracciones seleccionadas sumen 100 % (de estar presentes en varios componentes).

Cuarto paso. Una vez confirmado, se envían los datos al procesador. El procesador hallará el calor específico medio del Gas o la Mezcla dentro de ese intervalo de temperaturas y lo imprimirá en su Panel de Salida

Para calcular el calor específico medio de una mezcla de gases, hay que conocer las fracciones volumétricas de los componentes que están presentes en la mezcla. Cada componente tiene un calor específico diferente y este parámetro se comporta también diferente para cada valor del intervalo temperatura. El calor específico de la mezcla será representativo de todos los componentes que lo integran y se calculará como el valor medio ponderado de la integración de los calores específicos medios de cada participante en la mezcla.

Para conocer las fracciones volumétricas en una mezcla de gases se realizará un análisis de gases. El análisis de gases (**análisis Orsat**), se realiza con instrumentos o equipos de laboratorio. Existen procesadores electrónicos - digitales que reportan el porcentaje en volumen de los principales componentes gaseosos en una mezcla. El Orsat es utilizado ampliamente, por ser un equipo portátil de laboratorio y menos costoso que los instrumentos electrónicos digitales. Existen equipos de laboratorio de mayor precisión, como son los cromatografos de gases. Generalmente se reporta el resultado como la fracción de cada componente en la mezcla, en base seca.

La fracción volumétrica se expresa en tanto por ciento o en tanto por uno y es representativa a la fracción molar (moles de cada componente en moles totales de la muestra), o fracción en volumen, (volumen de cada componente entre el volumen total de la muestra).

Conocida la fracción molar o volumétrica en la mezcla se registrarán sus valores en el Formulario de entrada del sistema. El procesador se encargará de multiplicar cada una de las fracciones volumétricas por la capacidad calórica respectiva y las integrará para hallar el calor específico promedio en el intervalo de temperatura que se haya definido.

Cuando se quiere calcular el calor específico de un gas, se introducirá en el Formulario de entrada el valor fracción molar 100 % para el gas seleccionado que es equivalente al componente puro. También se registrará el intervalo e temperatura dentro del cual se requiere ese valor. El procesador mostrará el calor específico promedio del gas dentro del intervalo de temperatura registrado.

Si lo que se necesita es determinar el calor específico medio de una mezcla gaseosa, se introducirán las fracciones o concentraciones volumétricas de cada uno de los componentes presentes y el intervalo de temperatura en el que se requiere que el procesador muestre la capacidad calórica promedio de la mezcla. La suma de las fracciones volumétricas tiene que cumplir la condición de ser igual a 100 %, que es el total de la mezcla gaseosa. De no

cumplirse esta condición absoluta, el procesador no admitirá realizar la operación de cálculo.

El análisis Orsat.

Por la importancia que tiene en este cálculo, obtener cifras precisas de las fracciones volumétricas presentes en una mezcla de gases, cifras que se registrarán en el Formulario y determinarán el resultado, describimos a continuación el Analizador de Gases Orsat y un breve resumen del procedimiento a seguir durante el análisis. Existen normativas que estandarizan y aseguran este procedimiento y con ello las cifras reportadas.

Este Analizador se usa mucho como herramienta de campo, ya que no es pesado, sus dimensiones medianas no dificultan su traslado lo que permite emplearlo al pie del equipo o sistema donde se tomarán las muestras de gases. Mientras más cerca de la toma de muestra, menos riesgo de contaminación de la muestra y mayor precisión.

El Orsat es muy empleado para determinar la composición de la mezcla de gases en los humos generados en todo proceso de combustión. El proceso de combustión es uno de los de mayor peso en todos los procesos energéticos globales por no decir el principal.

Sin el proceso de combustión no se generaría la electricidad de origen fósil, ni los motores de combustión interna funcionarían. Y mencionando esos dos mecanismos que generan energía transformada, la electricidad de origen y el transporte, ya casi cubrimos el mayor peso participativo de los procesos de transformación energética que son utilizados en la práctica de las estructuras energéticas globales.

Veamos entonces el Orsat: Para proceder a establecer la calidad de la combustión, es imprescindible medir cuatro características de los gases resultantes:

- a) Medida del CO₂
- b) Medida del CO
- c) Medida del H₂
- d) Medida de los inquemados sólidos

Cómo decía antes, el aparato Orsat es un set portátil compuesto por una probeta de medición y diferentes botellas (tipo probetas) que contienen soluciones químicas, componentes sólidos y un pequeño horno para la quema de los gases que no hayan combustionado. Haciendo pasar la muestra de humos por las diferentes botellas y secciones del equipo, se absorben y se van separando los diferentes componentes gaseosos que forman parte de la mezcla de humos. Así se atraparán el CO₂, CO, SO₂, O₂. El N₂ se calcula por diferencia. El resultado se expresa en fracción volumétrica.

¿Cómo se pueden tomar unas muestras de humos?

Para hacer el análisis volumétrico de los humos hay que saber tomar una

muestra representativa.

Para eso se utilizan unos bulbos de cristal o botellas (borboteadores toma muestras) , que se llenan de agua, evitando que quede aire u otro gas indeseable dentro de ellas. Para estar más seguro, estas botellas se sumergen en un recipiente con agua, evitando el contacto con el aire atmosférico. Estas botellas disponen de una entrada y una salida por ambos extremos, ambas con sus respectivas válvulas de cierre. La válvula de entrada se conecta a una manguera de goma y esta a su vez a la toma de muestra del recipiente o conducto de tubería que contiene el gas a analizar.

Se alimenta el gas a la botella de manera de que vaya desplazando el agua que contiene en su interior. En caso que el gas esté bajo presión negativa, como es el caso de los humos que escapan a la atmósfera en la zona inferior de la chimenea, (el tiro de este conducto hace una depresión negativa) se deja escapar lentamente y por gravedad el agua de la botella y eso produce un vacío, depresión o presión de succión. En este caso hay que asegurarse que el sistema es totalmente hermético, para evitar la entrada de aire atmosférico al succionar el gas en la zona a baja presión. Una entrada de aire indeseable falsearía las concentraciones de los gases presentes en la mezcla original.



Cuando se termina de completar la muestra, se cierran las dos válvulas de bloqueo y se transporta al laboratorio para realizar el análisis de su composición química. Si el equipo Orsat está al pie del equipo, mejor, más seguridad, hay mismo se realizará el análisis. En el equipo de laboratorio se determina la fracción de cada componente en el volumen total y se expresa el resultado en tanto por uno o tanto por 100.

Las ecuaciones utilizadas en el cálculo del calor específico de un gas o una mezcla de gases.

En la Tabla que sigue se resumen las expresiones de cálculo en función de las temperaturas absolutas registradas aquí, para determinar la capacidad calórica de cada uno de los posibles componentes gaseosos que pueden estar presentes en la mezcla. El valor es reportado **a 1 atm de presión**, en cal/mol grado. El procesador convierte los valores de temperatura en °F a valores absolutos en °K. Las unidades del parámetro se reportan en **Btu/pie3 °F**

Expresiones empíricas para calcular la capacidad calorífica de los gases que considera el procesador.

Gas	Calor específico, Btu/pie3 °F donde th en °F (Vol a 60 °F-30"Hg)
CO2	$1/(T2-T1)^6(6.396*(T2-T1)+(1/2)^*10.1004E-03*DTk2-(1/3)^*3.405E-06*DTk3)^*(1/359);$
CO	$1/(T2-T1)^6(6.342*(T2-T1)+(1/2)^*1.836E-03*DTk2-(1/3)^*0.2801E-06*DTk3)^*(1/359);$
O2	$1/(T2-T1)^6(6.095*(T2-T1)+(1/2)^*3.253E-03*DTk2-(1/3)^*1.017E-06*DTk3)^*(1/359);$
H2	$1/(T2-T1)^6(6.947*(T2-T1)-(1/2)^*0.2E-03*DTk2+(1/3)^*0.4808E-06*DTk3)^*(1/359);$
SO2	$1/(T2-T1)^6(6.147*(T2-T1)+(1/2)^*13.844E-03*DTk2-(1/3)^*9.103E-06*DTk3+(1/4)^*2.057E-09*DTk4)^*(1/359);$
N2	$1/(T2-T1)^6(6.449*(T2-T1)+(1/2)^*1.4134E-03*DTk2-(1/3)^*0.0807E-06*DTk3)^*(1/359);$
Posibles combustibles no quemados. Hidrocarburos presentes en los humos	
CH4	$1/(T2-T1)^6(4.171*(T2-T1)+(1/2)^*14.454E-03*DTk2-(1/3)^*0.267E-06*DTk3-(1/4)^*1.722E-09*DTk4)^*(1/359);$
C2H6	$1/(T2-T1)^6(1.279*(T2-T1)+(1/2)^*42.464E-03*DTk2-(1/3)^*16.420E-06*DTk3+(1/4)^*2.035E-09*DTk4)^*(1/359);$
C3H8	$1/(T2-T1)^6(-1.209*(T2-T1)+(1/2)^*73.7344E-03*DTk2-(1/3)^*38.666E-06*DTk3+(1/4)^*7.961E-09*DTk4)^*(1/359);$
C4H10	$1/(T2-T1)^6(-0.012*(T2-T1)+(1/2)^*92.5064E-03*DTk2-(1/3)^*47.798E-06*DTk3+(1/4)^*9.706E-09*DTk4)^*(1/359);$
C2H4	$1/(T2-T1)^6(2.706*(T2-T1)+(1/2)^*29.164E-03*DTk2-(1/3)^*9.059E-06*DTk3)/359;$
C2H2	$1/(T2-T1)^6(11.942*(T2-T1)+(1/2)^*4.3874E-03*DTk2-(1/3)^*0.232E-06*DTk3)/359;$
C6H6	$1/(T2-T1)^6(-9.478*(T2-T1)+(1/2)^*119.93E-03*DTk2-(1/3)^*8.702E-06*DTk3)/359;$

Una vez explicado el fundamente técnico y el procedimiento del Calculador, seguidamente le presentamos las vistas del Formulario de entrada y el Panel de impresión o Salida.

El Formulario de Registro de Datos posee un bloque de códigos que tienen la función de validar los datos que el usuario registra en sus cajas de datos, incluyendo comprobar si la sumatoria de las fracciones volumétricas es igual al 100 por ciento. De no comprobarse la información cómo está regulada, los datos registrados no se envían al procesador.

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 150323012 revisado

www.energianow.com

Formulario de Registro de Datos.

Parámetro y unidades	Valor
Composición química de la mezcla de gases, % en volumen. Análisis Orsat. base seca. (aprox. 0.1%)	
CO2	0
CO	0
O2	0
H2	0
SO2	0
N2	0
CH4	0
C2H6	0
C3H8	0
C4H10	0
C2H4	0
C2H2	0
C6H6	0
Temperatura de la mezcla o del componente, °F (entre 50 y 2250 °F)	50
Temperatura base o ambiente, °F	32
Borrar. Rectifica tus datos	<input type="button" value="borrar"/>
ENVIAR	<input type="button" value="ENVIAR"/>

Panel de Impresión o Salida.

Una vez procesada la información, se muestra el resultado en el Panel de Impresión o Salida.

Es una réplica del Formulario de Entrada y en cada fila del Panel de Impresión o Salida, dónde el usuario seleccionó un tipo de gas e introdujo su fracción volumétrica, aparecerá nuevamente la cifra que se registró y al final del panel, la Capacidad Calorífica del Gas o la Mezcla de Gases, el parámetro indicador que cómo antes explicamos es un valor promedio dentro del intervalo de temperaturas que se ha registrado en el Formulario de Entrada.

El valor de este parámetro se expresa en $\text{Btu}/\text{pie}^3 \cdot ^\circ\text{F}$ (unidades inglesas).

Si quisiera saber más sobre cómo convertir las fracciones en volumen de una mezcla gaseosa en fracciones peso, le sugerimos visite nuestro [calculador Fracción en volumen a fracción en peso. Conversión.](#)

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 150323012 revisado

www.energianow.com

Ingeniería Energética General - Panel de impresión	
Capacidad calorífica de los componentes gaseosos. Reporte en Unidades Inglesas.	
Parámetro y unidades	Valor
Composición química de la mezcla de gases registrada, % en volumen. base seca.	
CO2	100
CO	0
O2	0
H2	0
SO2	0
N2	0
CH4	0
C2H6	0
C3H8	0
C4H10	0
C2H4	0
C2H2	0
C6H6	0
Temperatura de la mezcla o del componente, °F (entre 50 y 2250 °F)	250
Temperatura base o ambiente, °F	80
Diferencia de temperatura, °F	170
Capacidad calorífica promedio del componente o la mezcla gaseosa Btu/pie ³ °F donde th en °F (Vol a 60 °F-30"Hg)	0.02507

Fin del artículo

Visite www.energianow.com y compruebe usted mismo cómo podemos ayudarle a ahorrar su tiempo, ir directo a lo que necesita; ah y sin rodeos.

Y si requiere una atención específica, no tenga dudas en contactarnos, nuestro equipo diseñará y pondrá a su disposición la solución personalizada de su problema.



Sobre el Autor: René Ruano Domínguez tiene más de 35 años de experiencia en actuaciones en sistemas y equipos energéticos, tanto en los que utilizan energía fósil como fuentes renovables. Se inició como operador, posteriormente tecnólogo y Gerente Técnico en la Industria de Conversión y Refinación de los Combustibles. Ha sido fundador y Gerente Técnico de varios Equipos de Ingeniería Energética dirigidos al Proyecto, Montaje y los Servicios Técnicos en los Sistemas de Calor y Frío, abarcando la generación, distribución y uso del vapor y el agua caliente en mediana y pequeñas instalaciones, hasta 10 bar de presión; y en los sistemas de Frío las bajas temperaturas (refrigeración y producción de hielo industrial), medianas temperaturas (conservación) y altas temperaturas (Aire Acondicionado) para instalaciones industriales y comerciales. Ha realizado múltiples actuaciones en proyectos, ejecución y servicios de Ingeniería Energética General. Es fundador y el Ingeniero Principal de Ingeniería Energética General



Ingeniería Energética General - General Energetic Engineering

Visite nuestro sitio Web www.energianow.com donde podrá consultar otras publicaciones
Diferentes modalidades de la Asistencia Técnica

Artículos

- +CO2_Crédito_Mercado
- +Crédito_de_CO2(1)
- +Crédito_de_CO2(2)
- +Componentes Sist. PV
- +DemandaTérmica. CR
- +DemandaTérmica. (HC)
- +Efic_Celdas_Solares
- +Energía y Emisiones—Estadísticas 2009
- +Sistema_ref_diagnostico.pdf
- +Sist_refrig_eficiencia.pdf
- +Capacidad_calori_gases.pdf
- +Sist. Calor. Bases.Vap. Agua. Portadores.
- +Sist. Calor. Proceso de combustión.
- +Trayectoria Solar

Instructivos

- +biodiesel_instructivo_resumen.pdf
- +Demanda_vapor_instructivo_resumen.pdf
- +Edificios_factores_comunes.pdf
- +Inconsistencia_deI_Precio_Energetico_Resumen.pdf
- +Sistema_Fotovoltaico_Actualidad_Integracion.pdf
- +Sistema_Fotovoltaico_Proyecto.pdf
- +SistemaSolarFotovoltaico_vs_Sist.SolarTermico.pdf
- +TrayectoriaSolar-Instructivo.pdf
- +Sistema Eléctrico Eficiencia
- +Mecanismos de Tránsito de Calor
- +Transmisión de Calor. Aislamiento

Buenas prácticas

- +Quemadores
- +Generadores de Vapor
- +Paneles solares

Unidades, lista de referencias de centros energéticos

Calculadores_Energéticos

- Subsidios—Inversiones Energéticas 2010
- Cálculo de emisiones de CO2
- Convertidor Temperatura °C a °F
- Convertidor de Temp. y Presión - Múltiple
- Convertidor Fracc. Vol a Fracc. Peso .Mezclas gaseosas
- Solución ecuac. 2do grado
- Selector. Energía Mundial
- Tarifa eléctrica. 2a versión
- Trayectoria Solar
- Financiamiento mundial 2009
- Refrigerantes. Tablas PT
- Amoniaco líq. Tablas PT
- Amoniaco saturado. Tablas PT
- Amoniaco recalentado. Tablas PT
- Capacidad calórica de gases.
- Combustión. Aire Combustión
- Combustión. Humos Combustión
- Combustión. Poder Calórico
- Combustión. Temperatura llama
- Vapor Saturado. Tablas PT
- Vapor Recalentado. Tablas PT
- Generadores de Vapor
- Eficiencia Energética Calderas
- Eficiencia Energética Equipos
- Eficiencia Sistema Refrigeración
- Pérdidas en humos
- Pérdidas por purgas
- Pérdidas por superficies
- Eficiencia Motor. Compresor Gases más utilizados
- Eficiencia Compresor gases
- Eficiencia Compresor Redes 3
- Sistema eficiencia Vapor de Agua
- Sistema eficiencia compresión de gases.

Podrá encontrar el dato directo, oportuno y procesado de aquellos sistemas de mayor intensidad e importancia energética. La documentación digitalizada se publica en tres formatos

Asistencia técnica y la información energética para un amplio rango de aplicaciones.



Conoce sobre los principales indicadores que caracterizan la Calidad de la Energía y su potencial contaminante

Soluciones online para el Control Operacional. Monitoreo y Diagnóstico, equipos y sistemas energéticos básicos

Artículos—Documentos digitalizados listos para su consulta y puede descargarlos. Todos en LIBRE ACCESO
Instructivos—Documentos digitalizados que explican paso a paso como realizar una aplicación práctica energética

Calculadores_Energéticos—Procesadores online, interactivos que facilitan los procedimientos complejos y los hacen accesibles y manejables.