

Determinación del poder calorífico del fuel y del poder calorífico del aceite de oliva



Química	Química Industrial	Petroquímica	
ciencia aplicada	Ingeniería	Energías renovables	Principios básicos
ciencia aplicada	Ingeniería	Fotónica	Principios básicos
 Nivel de dificultad	 Tamaño del grupo	 Tiempo de preparación	 Tiempo de ejecución
duro	2	10 minutos	20 minutos

PHYWE
excellence in science

Información general

Aplicación

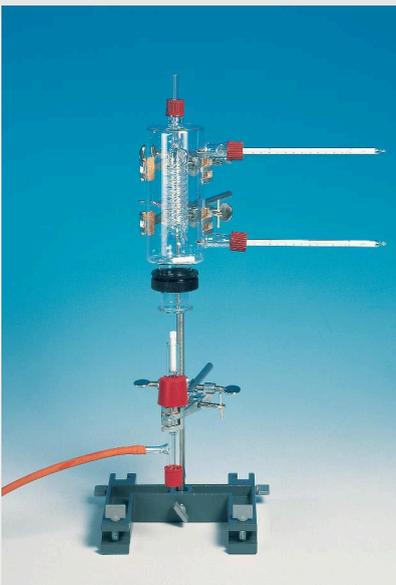
PHYWE
excellence in science

Fig.1: Montaje experimental

El valor calórico de un producto se utiliza como indicador de la energía que reside en él y, como tal, se utiliza como indicador del valor nutricional de un producto alimenticio.

Este experimento puede utilizarse para determinar el valor calorífico del fuel y el valor calórico del aceite de oliva.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE
excellence in science

Conocimiento

previo



Principio

Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de Principio.

El calor de reacción generado durante la combustión completa de 1.000 g de combustible sólido o líquido se conoce como poder calorífico H. En el caso de la combustión completa de las grasas nutricionales, también se puede determinar el valor calorífico bruto. Para garantizar una combustión completa, la reacción tiene lugar bajo oxígeno. El calor generado durante la combustión de una cantidad específica de combustible es absorbido por un calorímetro de camisa de vidrio de capacidad calorífica conocida. El valor calorífico de la sustancia de ensayo puede calcularse a partir del aumento de temperatura en el calorímetro.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE
excellence in science

Objetivo

El objetivo de este experimento es medir el valor calórico del aceite de oliva.



Tareas

Determinar el poder calorífico del gasóleo de calefacción y el poder calorífico bruto del aceite de oliva.

Instrucciones de seguridad

PHYWE
excellence in science

Oxígeno

H270: Puede causar o intensificar el fuego; oxidante.

H280: Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta.

P220: Mantener/almacenar alejado de ropa/.../materiales combustibles.

P403: Almacenar en un lugar bien ventilado.

Principio (1/2)

PHYWE
excellence in science

La determinación calorimétrica de los calores de reacción consta de dos tareas:

1. La determinación del proceso químico que afecta al cambio de temperatura en el calorímetro.
2. La determinación de la capacidad calorífica del sistema.

Las reacciones que se examinan aquí son la conversión completa del aceite de calefacción y del aceite de oliva bajo oxígeno. La capacidad calorífica del sistema se compone de la capacidad calorífica del calorímetro C_{cal} junto con el del agua C_W . Se suele medir determinando la cantidad de energía eléctrica que provoca un determinado aumento de temperatura. En este experimento la capacidad calorífica C_{cal} es conocido, ya que el calorímetro de camisa de vidrio ha sido calibrado.

Principio (2/2)

Calcular la masa m del aceite quemado a partir de los valores m_3 y m_4 y determinar la diferencia de temperatura ΔT a partir de los valores de temperatura T_1 y T_2 . Utilizar estos valores para calcular el poder calorífico (de los combustibles) y el poder calorífico bruto (de los alimentos) mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$H = \frac{(m_w \cdot C_w + C_{\text{cal}}) \cdot \Delta T}{m}$$

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Base soporte DEMO	02007-55	1
2	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 500 mm	02032-00	1
3	Doble nuez	37697-00	3
4	Pinza universal	37715-01	3
5	GLASS JACKET- CAMISA DE VIDRIO	02615-00	1
6	INSERTO CALORIMÉTRICO PARA CAMISA DE VIDRIO	02615-01	1
7	LANCETA DE COMBUSTION	02613-00	1
8	TAPAS D.CIERRE, GL 18, 10 UNID.	41220-03	1
9	TAPON DE GOMA, 38/35,1/15 PERFOR.	39260-19	1
10	Termómetro de laboratorio, -10...+50°C	38034-00	2
11	IMAN, D 10 MM, L 200 MM	06311-00	1
12	Varilla para agitador magnético, cilíndrica, 30 mm	46299-02	1
13	Embudo, vidrio, diámetro superior 50mm	34457-00	1
14	CAZO GRADUADO 1000ML, PLASTICO	36640-00	1
15	TUBO VIDRIO 300MM,DIAM.EXT. 10MM	45125-01	1
16	V.D.PRECIP.,ALTO,BORO 3.3,50ml	46025-00	1
17	BOT.D.ACERO,OXIGENO,2L,EMBOT.	41778-00	1
18	VALVULA DE REDUCC. P. OXIGENO	33482-00	1
19	SOPORTE D.MESA P.BOT.DE ACERO 2L	41774-00	1
20	LLAVE P. BOTELLAS DE ACERO	40322-00	1
21	Manguera de conexión, d int = 6 mm, l = 1 m	39282-00	2
22	Abrazadera para tubos d = 8-16 mm	40996-02	2
23	Mechero Teclu /DIN/,Gas Natural	32171-05	1
24	Encendedor de gas natural licuado	38874-00	1
25	Tubo de seguridad para gas, DVGW (Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches) 1m	39281-10	1
26	Abrazadera para tubos, d = 12-20 mm	40995-00	2
27	Pinza para crisol, acero, 20 cm	33600-00	1
28	PINZAS 18 CM, PUNTA ROMA	40955-00	1
29	CORTADOR DE TUBOS DE VIDRIO	33185-00	1
30	TIJERAS,L140MM	64625-00	1
31	PAPEL FIBRA CERAMICA1,0X500X2000	38750-01	1
32	PIPETAS DE PASTEUR, 250 PZS.	36590-00	1
33	CAPUCHONES DE GOMA, 10 U.	39275-03	1
34	VARILLAS DE MADERA, 100 PZS.	39126-10	1
35	GAFAS DE PROTECCION	39317-00	1
36	Glicerina, 250ml	30084-25	1
37	Aceite de oliva, puro, 100 ml	30177-10	1
38	AGUA DESTILADA, 5000ML	31246-81	1



Montaje y ejecución

Montaje y ejecución (1/3)

Colocar el inserto del calorímetro en la camisa de vidrio como se describe en el manual de instrucciones. Llenar el recipiente graduado con aproximadamente 500 g de agua y determinar su masa en la balanza ($= m_1$). Verter con cuidado el agua en la camisa de vidrio a través de uno de los manguitos tubulares verticales (utilizando un embudo) y pesar de nuevo el recipiente ($= m_2$). Calcular la masa del agua ($m(\text{H}_2\text{O}) = m_2 - m_1$)

Colocar una barra agitadora magnética en la camisa de vidrio e introduce los termómetros. Cerrar la oliva de la manguera en el manguito tubular con un tapón de goma. Fijar el calorímetro así montado en la barra de soporte (ver Fig.1).

Desenroscar el tapón de conexión de la lanza de combustión, sacar el tubo metálico del tubo de vidrio y sellar el tubo de vidrio por el lado roscado con un tapón. Lubricar el tubo de vidrio con glicerina e introducirlo en el orificio de un tapón de goma (tamaño 38/35 mm) por el lado de mayor diámetro. El tubo debe sobresalir aproximadamente 4 cm del otro lado. Conectar la entrada de gas vertical a la bombona de acero de oxígeno con un trozo de tubo de goma. Fija la lanza de combustión en posición vertical y exactamente centrada debajo del calorímetro, de modo que el tapón de goma pueda sellar la abertura inferior del calorímetro cuando se desplace hacia arriba.

Montaje y ejecución (2/3)

PHYWE
excellence in science

Preparar pequeños tubos para la combustión del aceite de la siguiente manera. Cortar un tubo de vidrio ($d = 10 \text{ mm}$) en trozos de 9 cm de longitud con un cortador de tubos de vidrio. Redondear los extremos afilados en la llama de un quemador Teclu. A continuación, ablandar el centro de un trozo sobre la llama sujetando los dos extremos y girarlos en direcciones opuestas mientras primero los separas ligeramente, luego separar los trozos rápidamente. Fundir los bordes afilados hasta que queden lisos. Se recomienda hacer varios de estos tubos de aceite de 45 mm al mismo tiempo. Recortar rectángulos de papel cerámico ($40 \times 50 \text{ mm}$) y enrollarlos para formar mechas de 40 mm de longitud.

Añadir aproximadamente 40 gotas del aceite que vas a probar en uno de los pequeños tubos de aceite. Introducir una mecha de papel de cerámica en el tubo y poner unas cuantas gotas más de aceite en ella. La mecha debe sobresalir unos 3 ó 4 mm del tubo de aceite. Utilizar un vaso de cristal de 50 ml como soporte de pesaje en la balanza para determinar el peso total del tubo de aceite (m_3). A continuación, colocarlo en la parte superior del tubo de vidrio de la lanza de combustión.

Montaje y ejecución (3/3)

PHYWE
excellence in science

Registrar la temperatura inicial del agua en el calorímetro T_1 . Ponerse las gafas protectoras oscuras. Ajustar un flujo suave de oxígeno y encender la mecha saturada de aceite con una tablilla de madera. En cuanto se produzca el encendido, empujar el "quemador" hacia arriba en el calorímetro y fijarlo en su posición con la ayuda del tapón de goma y la abrazadera de ángulo recto. El quemador no debe tocar directamente la pared de vidrio del calorímetro, pues de lo contrario se calentará demasiado. Durante la combustión, ajustar el flujo de oxígeno para que la llama no se llene de hollín y mueva la barra agitadora en la camisa de vidrio con ayuda del imán. Cuando se muestre un aumento de la temperatura de aproximadamente 5 K, cierra el suministro de oxígeno. La llama seguirá ardiendo durante unos segundos y luego se apagará rápidamente. Continúa agitando hasta que se haya establecido el equilibrio de temperatura y registra la temperatura final T_2 . A continuación, retirar el tubo de aceite con las pinzas y pesarlo inmediatamente (m_4).



Resultados

Tarea 1

$$m_W = 500 \text{ g}$$

$$C_W = 4.19 \text{ J/gK}$$

$$C_{cal} = 410 \text{ J/K}$$

$$m_3 = 4.075 \text{ g}$$

Valores literarios:

Valor calorífico superior $H_u = 42.300$ a 43.570 kJ/kg

Menor poder calorífico $H_l = 40.220$ a 41.480 kJ/kg

El valor calorífico inferior se refiere a la combustión en la que el agua formada está presente en forma de vapor; el valor calorífico superior incluye el calor latente de condensación del agua.

$$m_4 = 3.648 \text{ g}$$

$$m = m_3 - m_4 = 0.427 \text{ g}$$

$$T_1 = 298.5 \text{ K}$$

$$T_2 = 305.4 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 6.9 \text{ K}$$

$$H = \frac{(500 \cdot 4.19 + 410) 6.9 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}}{0.427} = 40,479 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Tarea 2

$$m_3 = 4.751 \text{ g}$$

$$T_1 = 301.7 \text{ K}$$

$$m_4 = 4.358 \text{ g}$$

$$T_2 = 307.55 \text{ K}$$

$$m = m_3 - m_4 = 0.393 \text{ g}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 5.85 \text{ K}$$

$$H = \frac{(500 \cdot 4.19 + 410) 5.85 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}}{0.393 \text{ kg}} = 3,728.28 \text{ kJ} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$$

Valores literarios:

El valor calórico bruto o contenido energético del aceite de oliva suele citarse en las tablas nutricionales como 3.880 kJ / 100 g. Este valor corresponde al valor bruto fisiológico, ya que los aceites grasos se convierten completamente en el cuerpo en dióxido de carbono y agua.