



TEMA 1: COMBUSTIBLES SÓLIDOS

ACTIVIDADES PRÁCTICAS (ENUNCIADOS)

Aitziber Iriondo Hernández
Blanca M^a Caballero Iglesias
Maite de Blas Martín

Escuela de Ingeniería de Bilbao
Ingeniería Química y del Medio Ambiente

EJERCICIOS DE CLASIFICACIÓN DE CARBONES

ENUNCIADOS DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

I) Ejercicios numéricos:

Ejercicios 1.1 y 1.2



Imagen publicada en
Pixabay bajo dominio
público [\[1\]](#)

EJERCICIOS DE CLASIFICACIÓN DE CARBONES

EJERCICIO 1.1. *Dados los datos que figuran en la tabla adjunta, contestar a las siguientes preguntas:*

| Muestra recibida | Humedad real (%) | Cenizas (%) | Materia volátil (%) | S (%) | PCS (kcal/kg) | Indice hinchamiento al crisol | Ensayo Gray-King |
|------------------|------------------|-------------|---------------------|-------|---------------|-------------------------------|---------------------|
| A | 7,0 | 9,7 | 32,5 | 4,0 | 6116 | 1 | Tipo D |
| B | 4,2 | 8,1 | 21,7 | 1,0 | 7800 | 5 | Tipo G ₅ |

a) *Decir de qué tipo de carbón se trata según la clasificación ASTM y la Internacional*

b) *Ordenar los carbones de mayor a menor rango*

* *Consultar tablas de clasificaciones de carbones (tablas 1.A y 1.B)*

EJERCICIOS DE CLASIFICACIÓN DE CARBONES

EJERCICIO 1.2. Los análisis inmediato y elemental de un carbón, tal y como es recibido (% en peso), son los siguientes:

Análisis inmediato: humedad=2,3 %; cenizas=5,8 %; materia volátil=35,0 %

Análisis elemental: C=78,1 %; H=5,1 %; N=0,9 %; S=0,9 %

Dicho carbón tiene un poder calorífico superior, en la misma base de 7371 kcal/kg y un índice de hinchamiento al crisol de 2,0. Asimismo, se determinó el ensayo Gray-King y se comprobó que el carbón formaba un coque tipo E.

- a) Clasificar dicho carbón según las clasificaciones ASTM e Internacional
 - b) Calcular el PCI, en base (ar) a partir del dato experimental y a partir de la fórmula de Dulong en base (d)
 - c) Comparar ambos resultados
- * Consultar tablas de clasificaciones de carbones (tablas 1.A y 1.B)

TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE CARBONES

Tabla 1.A Clasificación ASTM de carbones (adaptado de la norma ASTM D388)

| Clase | Grupo | Límites para carbono fijo (CF) o poder calorífico (PCS) | | Propiedades físicas |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| I. Antracita (a) | 1.- Metaantracita 2.- Antracita 3.- Semiantracita (b) | CF > 98% 92% < CF < 98% 86% < CF < 92% | MV < 2% 2% < MV < 8% 8% < MV < 14% | No aglomerante |
| II. Bituminoso (c)(d)(e) | 1.- Bituminoso de bajo contenido en MV 2.- Bituminoso de medio contenido en MV 3.- Bituminoso A de alto contenido en MV 4.- Bituminoso B de alto contenido en MV 5.- Bituminoso C de alto contenido en MV | 78% < CF < 86% 69% < CF < 78% CF < 69% 7220 < PC < 7780 6110 < PC < 7220 | 14% < MV < 22% 22% < MV < 31% MV > 31% | Aglomerante o alterable por agentes atmosféricos (l. hincha. crisol > 1) |
| III. Subbituminoso | 1.- Subbituminoso A 2.- Subbituminoso B 3.- Subbituminoso C | 6110 < PC < 7220 5280 < PC < 6110 4610 < PC < 5280 | | Aglomerante y alterable por agentes atmosféricos (l. hincha. crisol ≤ 1) |
| IV. Lignito | 1.- Lignito 2.- Lignito pardo | PC < 4610 PC < 4610 | | No aglomerante |

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abreviaturas | CF- carbono fijo (seco y libre de materia mineral) PC- poder calorífico superior húmedo (en kcal/kg, y referido a la humedad natural inherente y libre de materia mineral) MV- materia volátil (seca y libre de materia mineral) |
| (a) | No se incluyen ciertos carbones que presentan propiedades físicas y químicas particulares (ver norma ASTM D 388) |
| (b) | Si el carbón es aglutinante se clasifica en el grupo de los carbones "bituminosos" con bajo contenido en materia volátil |
| (c) | Se admite que se pueden encontrar variedades no coquizantes en cada grupo de los carbones bituminosos |
| (d) | Los carbones con CF ≥ 69% (seco y libre de materia mineral) deben ser clasificados según el CF, sin tener en cuenta su PC |
| (e) | Hay 3 variedades de bituminosos C de alto contenido en MV (1: carbones aglutinantes y no alterables por agentes atmosféricos; 2: carbones aglutinantes y alterables por agentes atmosféricos; 3: carbones no aglutinantes y no alterables por agentes atmosféricos) |

TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE CARBONES

Tabla 1.B Clasificación Internacional de Carbones. Elaborado a partir de datos de la bibliografía (J.G. Speight, 1983)

| GRUPOS (determinados según su poder coquizante) | | | Números convencionales | | | | | | | | | | SUBGRUPOS (determinados según su poder coquizante) | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----------|-----------|-----|-------|------------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|--------|--------|
| Nº grupo | Parámetro de determinación del grupo (a elegir) | | La primera cifra del número convencional indica la clase, determinado según el contenido de materias volátiles (carbones que contienen hasta un 33% de materias volátiles) o por el valor del poder calorífico (carbones que contienen más de un 33% de materia volátiles) La segunda cifra indica el grupo, determinado según el poder aglutinante La tercera cifra indica el subgrupo, determinado según el poder coquizante | | | | | | | | | | Nº subgrupo | Parámetro de determinación del subgrupo (a elegir) | | | |
| | Índice de hinchamiento al crisol | Índice Roga | | | | | | | | | | | | Ensayo dilatométrico | Ensayo Gray-King | | |
| 3 | >4 | >45 | | | | | | 435 | 535 | 635 | | | | 5 | >140 | >G8 | |
| | | | | | | 334 | 434 | 534 | 634 | | | | | 4 | >50-140 | >G5-G8 | |
| | | | | | | 333 | 433 | 533 | 633 | 733 | | | | | 3 | >0-50 | >G1-G4 |
| | | | | | | 332 a (a) | 332 b (b) | 432 | 532 | 632 | 732 | 832 | | | 2 | <0 | E-G |
| 2 | 2 1/2-4 | >20-45 | | | | 323 | 423 | 523 | 623 | 723 | 832 | | 3 | >0-50 | G1-G4 | | |
| | | | | | | 322 | 422 | 522 | 622 | 722 | 822 | | 2 | <0 | E-G | | |
| | | | | | | 321 | 421 | 521 | 621 | 721 | 821 | | 1 | Contracción únicamente | B-D | | |
| 1 | 1-2 | >5-20 | | | 212 | 312 | 412 | 512 | 612 | 712 | 812 | | 2 | <0 | E-G | | |
| | | | | | 211 | 311 | 411 | 511 | 611 | 711 | 811 | | 1 | Contracción únicamente | B-D | | |
| 0 | 0-1/2 | 0-5 | | 100 A | 100 B | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 0 | <0 | A | |
| Nº clase..... | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A título indicativo, las clases siguientes presentan, aproximadamente el siguiente contenido de materias volátiles: | | | | |
| Parámetro de determinación de clase | Materias volátiles (seco, exento de cenizas) | 0-3 | >3-10 | | | | | | | | | | | | Clase 6.....33-41% | | |
| | Poder calorífico *(húmedo y sin cenizas) | | >3-6,5 | >6,5-10 | >10-14 | >14-20 | >20-28 | >33 | >33 | >33 | >33 | >33 | | | Clase 7.....33-44% | | |
| | | | | | | | | | >7750 | >7220-7750 | >6100-7200 | >5700-6100 | | | Clase 8.....35-50% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Clase 9.....45-50% | | |
| Clases | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Determinadas según el índice de materias volátiles (carbones que contienen hasta un 33% de materias volátiles) o por un poder calorífico (carbones que contienen más de un 33% de materias volátiles) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (a) 322 a.....>14-16% de materias volátiles | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (b) 322 b.....>16-20% de materias volátiles | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Poder calorífico superior del producto húmedo, exento de cenizas, en kcal/kg. Humedad correspondiente al agua de retención en una atmósfera a 30°C y 96% de humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | |