

17
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE QUIMICA PARA INGENIEROS
PETROLEROS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO PETROLERO
P R E S E N T A I
HECTOR CARLOS PULIDO BELLO

FACULTAD DE
INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1994



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

SR. HECTOR CARLOS PULIDO BELLO
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Salvador Macías Herrera, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de ingeniero petrolero.

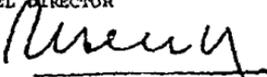
LABORATORIO DE QUIMICA PARA INGENIEROS PETROLEROS

- INTRODUCCION
- I PREPARACION DE SOLUCIONES
- II ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE FORMACION
- III ANALISIS DE ACEITE CRUDOS
- GLOSARIO
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 18 de octubre de 1990
EL DIRECTOR


DANIEL RESENDIZ NUNEZ

DRN'RJPYS'lom





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TEMA DE TESIS:

LABORATORIO DE QUIMICA PARA INGENIEROS PETROLEROS

REALIZADA POR:

Héctor Carlos Pulido Bello

8455085-7

Firmas de conformidad del jurado:

Presidente:

M. I. Rafael Rodríguez Nieto

Vocal:

Ing. Salvador Macías Herrera

Secretarios:

Ing. Roberto Padilla Sixto

1^{er} Suplente:

Ing. Nehemías Herrera Patron

2^o Suplente:

Ing. Manuel Villamar Viguera

Ciudad Universitaria, Febrero de 1994

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Gracias por darme la oportunidad de ser universitario y
hacerme sentir su lema.

A la Facultad de Ingeniería:

Por darme la oportunidad de ser ingeniero.

A mis profesores:

Por transmitirme sus conocimientos, sus experiencias, sus
consejos y sus métodos.

A mis compañeros:

Por darme la oportunidad de ser su compañero, de no estar
solo en el camino del estudio.

A mi director de Tesis:

Ing. Salvador Macías Herrera

A los que colaboraron en éste trabajo:

M. Metalurgia Miguel Márquez

M.I. Rafael Rodríguez Nieto

Ing. Roberto Padilla Sixto

Sr. Gonzalo López Aquino

A mi abuela:

Por enseñarme a apoyarse a si mismo.

A mi madre:

Por darme el ser y siempre confiar en mí.

A mi padre:

Porque me enseñó a trabajar por una idea.

A mis hermanos:

Porque siempre me animaron y estando lejos senti su cariño.

Magdalena, Patricia, Xóchilt, Edmundo Adolfo, Juana Maritza

A mis cuñados:

Porque por muchos años han sabido amar a mis hermanas.

Julio, Hipólito y Amado

A mis sobrinos:

Porque deseo que ellos lleguen más lejos que yo.

Rafael, Claudia, Marco Polo, Mónica, Alejandra y Julio.

A mis amigos y amigas:

Porque con ellos compartí muchos momentos inolvidables que recordaré siempre por lo que resta de mi vida.

Ing. Arturo Bravo I.

Ing. Omar Moreno M.

Est. de C. P. Mario Torres

Ing. Sergio Granados

Prof. Ed. Esp. Jesus Somellera P.

Est. de Ing. Miguel Cruz

Est. de Ing. Guadalupe Galicia.

Est. de Ing. Eloisa Monsalvo

Est. de Ing. Soraida Varas

Porque me dieron el cariño de familia que necesité:

A la Sra. Eustolia Muñoz y Familia

Al Sr. Gustavo Verde y Familia

A la Mabe

A JEHOVA EL ALTISIMO

Cuando entre la sabiduría en tu corazón y el conocimiento mismo se le haya agradable a tu mismísima alma, la habilidad misma para pensar te vigilará, el discernimiento mismo te salvaguardará.

proverbios 2:10,11

Feliz es el hombre que ha hallado sabiduría, y el hombre que consigue discernimiento, porque al tenerla como ganancia es mejor que tener la plata como ganancia y el tenerla como producto que el oro mismo.

proverbios 3:13,14

He renunciado a empleos buenos y prometedores por mi fe en una idea y en mí mismo. Ha habido riesgos y muchos, pues la vida pasa, dinero no tengo, ni influencias, ni tampoco relaciones. No me falta ni me ha faltado industriosidad o diligencia ... Soy valiente y el optimismo ha sido característica cardinal de mi juventud, ¿por qué, pues, no arriesgarme y dar el golpe atrevido ... hacia una meta altiva?

Yo para querer no necesito una razón, me sobra mucho, pero mucho corazón.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**LABORATORIO DE QUIMICA
PARA
INGENIEROS PETROLEROS**

HECTOR CARLOS PULIDO BELLO

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.	01
CAPITULO I. PREPARACION DE SOLUCIONES.	03
I.1 Manejo de la Balanza Analítica.	12
I.2 Determinación del pH.	17
I.3 Procedimiento para titular.	24
I.4 Preparación de una solución valorada de nitrato de plata.	28
I.5 Preparación de una solución valorada de ácido clorhídrico.	32
I.6 Preparación de una solución valorada EDTA.	37
I.7 Preparación de una solución valorada de dicromato de potasio.	43
CAPITULO II. ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE FORMACION.	48
II.1 Determinación de cloruros.	48
II.2 Determinación de carbonatos y bicarbonatos.	53
II.3 Determinación de sulfatos.	58
II.4 Determinación de bario.	63
II.5 Determinación de calcio y magnesio.	68
II.6 Determinación de fierro.	75
CAPITULO III. ANALISIS DE ACEITES CRUDOS.	80
III.1 Determinación del peso específico.	84
III.2 Determinación de la viscosidad Saybolt.	90
III.3 Destilación Engler.	98

III.4 Densidad de los destilados.	106
III.5 Punto de inflamación e ignición.	110
III.6 Coeficiente de dilatación.	114
III.7 Punto de anilina.	119
III.8 Determinación de agua y sedimentos.	125
III.9 Determinación de agua por destilación.	130
III.10 Determinación del contenido de sal.	134
III.11 Gomas y oxidados.	138
III.12 Índice de viscosidad.	141
III.13 Punto de escurrimiento.	146
GLOSARIO DE TERMINOS.	149
APENDICE A.	159
APENDICE B.	163
BIBLIOGRAFIA.	197

INTRODUCCION

La teoría orgánica atribuye el origen del petróleo a los organismos vegetales o animales que existieron en el pasado, los que al quedar sepultados en el fondo de los mares y por efecto de la presión y temperatura, se convirtieron en petróleo mediante un proceso que duró millones de años. En estas condiciones, la ausencia de oxígeno impidió su descomposición en bióxido de carbono y agua, transformándose el material orgánico en hidrocarburos. En esta teoría se basan los trabajos geológicos para localizar yacimientos por medio del estudio de fósiles, estratos, etc.

El petróleo es una mezcla aceitosa que se compone principalmente de hidrógeno y carbono. Sus propiedades físicas y químicas son dependientes de su composición, existen petróleos de color claro o ámbar, ricos en gasolinas, hasta los petróleos negros y de viscosidad alta (asfálticos). Tienen densidad menor que la del agua y generalmente olor desagradable, que se debe a la presencia del ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos de azufre. Pueden contener impurezas tales como nitrógeno, bióxido de carbono, sales, compuestos de hierro, níquel, vanadio y otros metales.

La mezcla de hidrocarburos que se extrae de un yacimiento petrolífero contiene una gran cantidad de compuestos, por lo que se fracciona en mezclas con menos componentes, que son usadas como: gasolina, diesel, queroseno, aceites lubricantes, asfaltos, parafinas, materia prima para los centros petroquímicos, etc.

Debido a ésto los fluidos producidos en la extracción de petróleo son sometidos a una serie de análisis para determinar las características particulares, por lo que es necesario tener una base teórica y también práctica, esta última puede adquirirse en el laboratorio.

El objetivo de este trabajo consiste en elaborar un material didáctico sobre las prácticas de Laboratorio de Química, para que el estudiante de Ingeniería Petrolera conozca las características físicas y químicas de los fluidos producidos.

En el capítulo I se describe: la estructura y el manejo de la balanza analítica, el concepto de potencial hidrógeno, el procedimiento para titular, así como la preparación y valoración de las soluciones que se utilizan en las pruebas químicas.

En el capítulo II se realizan determinaciones cuantitativas de sustancias disueltas en el agua producida de un yacimiento petrolero, basadas en reacciones ácido base, óxido reducción, precipitación y complejometría.

En el capítulo III se presentan las prácticas del análisis físico de aceites crudos ya que se requieren verificar periódicamente los fluidos producidos del pozo para evitar problemas en las instalaciones y en su manejo.

En este trabajo se incluyen para cada práctica: Objetivo, introducción, material y sustancias a utilizar, desarrollo, aplicaciones e ilustraciones para el armado del equipo de laboratorio.

CAPITULO I

PREPARACION DE SOLUCIONES

El objetivo de este capítulo es determinar las características y concentración de las soluciones, así como su procedimiento de preparación y titulación.

Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias, las cuales antes de mezclarse pueden existir en cualquier estado físico, pero después de mezclarse el estado previo puede cambiar.

Partes de una solución

Soluto. Sustancia que se disuelve y que convencionalmente existe en menor proporción.

Solvente. Sustancia en la que tiene lugar la disolución.

En las soluciones de sólidos en líquidos, el sólido es el soluto y el líquido el solvente, pero cuando se trata de soluciones de un líquido en otro líquido, que se disuelven entre sí en cualquier proporción, como acetona en agua, alcohol en agua, o dioxano en agua, es difícil diferenciar al soluto del solvente y se acostumbra a tomar como soluto el que está en menor proporción.

La solubilidad de una sustancia es la cantidad máxima de soluto que se disolverá en una cantidad definida de disolvente, a una temperatura específica. Si una solución a una temperatura dada disuelve soluto y desprende calor, la solubilidad disminuye con el aumento de temperatura. Por otra parte, si una sustancia se disuelve con absorción de calor, la solubilidad se incrementa cuando se eleva la temperatura.

Sin embargo algunas sustancias no tienen una conducta regular, la solubilidad se incrementa a cierta temperatura, pasa por un máximo y luego decrece a temperaturas más elevadas.

Como la mayoría de las sustancias absorben calor al disolverse, son más solubles al elevar la temperatura.

Cuando entre dos sustancias existe semejanza en la estructura química, la solución de ambos guarda un agrupamiento parecido al de las sustancias puras, se toleran entre sí y se disuelven. Pero cuando la naturaleza química de las dos sustancias es considerablemente diferente, no se toleran y hay poca tendencia a la disolución.

El alcohol y el agua, muy parecidos estructuralmente, se mezclan y se disuelven entre sí en todas proporciones, es decir no hay límite de saturación, y se dice que tales sustancias son miscibles completamente. A diferencia de ellas, dos líquidos como el agua y el mercurio no se disuelven entre sí y son totalmente inmiscibles. Por otra parte, hay sustancias como el éter y el agua, que se disuelven uno en otro en pequeña proporción.

Por regla general, las sustancias inorgánicas (ácidos minerales, bases, sales, etc.) son más solubles en agua que en los solventes orgánicos (benzol, etanol, acetona, éter, etc.) y lo contrario sucede con las sustancias orgánicas. No obstante, hay muchas excepciones.

La concentración de una solución es la relación que existe entre una cantidad definida de soluto disuelta en una determinada cantidad de solvente.

TIPOS DE SOLUCIONES

Solución diluida. Es aquella donde la cantidad del soluto es muy inferior con respecto a la que puede disolver el solvente, a una temperatura dada.

Solución saturada. Es aquella donde existe tanto soluto como el solvente puede disolver, a una determinada temperatura.

Solución concentrada. Es aquella solución donde la cantidad de soluto disuelto es relativamente grande con respecto al solvente.

Solución sobresaturada. Es aquella solución que contiene más soluto del que puede disolver a una temperatura determinada, es sumamente inestable, pues la simple agitación de una pequeña cantidad de soluto basta para provocar la precipitación del exceso de éste.

DEFINICIONES

Se presentan las siguientes definiciones con la finalidad de explicar las formas de expresar las concentraciones.

El mol (n) es una agrupación de 6.022×10^{23} especies químicas y éstas pueden ser átomos, moléculas o iones.

En el caso de los gases un mol ocupa un volumen de 22.41 litros a condiciones de 1 atm y 273.15 K.

Ejemplo:

Calcular el número de átomos de 5 moles de Calcio.

$$\text{Átomos} = 5 \text{ moles} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ átomos/mol} = 3.011 \times 10^{24}$$

La masa molecular de un compuesto es igual a la suma de las masas atómicas de los elementos de su fórmula molecular.

$$1 \text{ Unidad de Masa Atómica (uma)} = 1.67 \times 10^{-24} \text{ g.}$$

Ejemplo:

Calcular la masa molecular del sulfato de sodio (Na_2SO_4), conociendo sus masas atómicas: Na, 23; S, 32 y O, 16.

$$\text{átomos} \times \text{uma}/\text{átomo} = \text{uma}$$

$$2 \text{ Na: } 2 \times 23 = 46$$

$$1 \text{ S : } 1 \times 32 = 32$$

$$4 \text{ O : } 4 \times 16 = 64$$

$$142 \text{ uma/molécula}$$

Transformando a g/mol

$$142 \left(\frac{\text{uma}}{\text{molécula}} \right) (1.67 \times 10^{-24} \frac{\text{g}}{\text{uma}}) (6.022 \times 10^{23} \frac{\text{moléculas}}{\text{mol}}) = 142 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

El átomo gramo es la masa atómica del elemento expresado en gramos.

Ejemplo:

Calcular el número de átomo gramo que hay en un recipiente que contiene 1000 gramos de mercurio (Hg).

$$1000 \text{ g de Hg}$$

$$\text{átomos gramo} = \frac{1000 \text{ g de Hg}}{200.59 \text{ g de Hg}/\text{átomo gramo}} = 4.99$$

$$200.59 \text{ g de Hg}/\text{átomo gramo}$$

El mol gramo es la masa atómica del compuesto expresada en gramos.

Ejemplo:

Calcular el número de mol gramo en 5 g de sulfato de cobre (CuSO_4). Masa molecular del $\text{CuSO}_4 = 159.62 \text{ g/mol}$

$$\text{mol gramo} = \frac{5 \text{ g}}{159.62 \text{ g/mol gramo}} = 0.0312$$

$$159.62 \text{ g/mol gramo}$$

El equivalente gramo es la masa en gramos de un ácido que puede producir un mol de H^+ , también como la masa en gramos de una base que puede consumir un mol de H^+ .

Ejemplo:

Calcular los equivalente gramo que hay en una mol de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

$$2 \text{ H: } 2 \times 1 = 2 \qquad \text{H}^+ \text{ desplazados} = 2$$

$$1 \text{ S: } 1 \times 32 = 32$$

$$4 \text{ O: } 4 \times 16 = 64$$

$$98 \text{ g/mol}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{masa molecular}}{\text{H}^+ \text{ desp.}} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g/Eq-g.}$$

En una mol de (H_2SO_4) hay 98 g, que es igual a 2 Eq-g.

FORMAS DE EXPRESAR LAS CONCENTRACIONES PARA SOLUCIONES ACUOSAS

1) PORCENTAJE (%)

El porcentaje en peso de soluto se define como:

$$\% \text{ en peso de B} = \frac{\text{gramos de soluto}}{\text{gramos de solución}} \times 100$$

gramos de solución = gramos de soluto + gramos de solvente

$$\% \text{ en peso de B} = \frac{m_B}{m_A + m_B} \times 100$$

m_A . Masa del solvente.

m_B . Masa del soluto.

Ejemplo:

Calcular la concentración en porcentaje de una solución que contiene 20 g de NaCl y 80 g de agua.

$$\% \text{ de NaCl} = \frac{20 \text{ g}}{20 \text{ g} + 80 \text{ g}} = 20 \%$$

También se puede expresar el porcentaje en volumen, así las notaciones 20% (v/v) se refiere al volumen de soluto a volumen de solución.

2) CONCENTRACION EN PESO (C)

Es el peso de soluto por unidad de volumen de la solución.

Una de las unidades usadas son las partes por millón (ppm) que es equivalente a un miligramo de soluto por cada litro de solución. $1 \text{ g/l} = 1000$ partes por millón.

Ejemplo:

Calcular la concentración de un litro de solución acuosa que contiene 70 g de cloruro de sodio (NaCl).

$$C = \frac{70000 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = 70 \text{ mg/ml}$$

3) FRACCION MOLAR (x_B)

Es la relación del número de moles de soluto al número total de moles de la solución.

$$x_B = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{moles de soluto} + \text{moles de solvente}} = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

Ejemplo:

Calcular la fracción molar de etanol de una solución que contiene 4 moles de etanol y 12 moles de agua.

$$x_B = \frac{4}{4 + 12} = 0.25$$

4) MOLARIDAD [M]

Es el número de moles de soluto contenidos en un litro de solución.

Ejemplo:

Calcular la concentración de 1.5 litros de solución que contiene 441 g de HCl disueltos.

$$1 \text{ H} : 1 \times 1.00 = 1.00$$

$$1 \text{ Cl} : 35.46 \times 1 = \frac{35.46}{36.46 \text{ g/mol}} \quad n = \frac{441 \text{ g}}{36.46 \text{ g/mol}} = 12.1 \text{ moles}$$

$$[M] = \frac{12.1 \text{ mol}}{1.5 \text{ l}} = 8.07 \text{ M de HCl}$$

5) NORMALIDAD (N)

Es el número de equivalente-gramo de soluto contenido en un litro de solución.

Ejemplo:

Calcular la normalidad en 54 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) disueltos en agua (H_2O) hasta un volumen de 125 ml.

$$2 \text{ Na: } 2 \times 23 = 46$$

$$\text{H}^+ \text{ desplazados} = 2$$

$$1 \text{ S: } 1 \times 32 = 32$$

$$4 \text{ O: } 4 \times 16 = 64$$

$$\text{Peso eq.} = \frac{\text{masa molecular}}{\text{H}^+ \text{ desp.}} = \frac{142}{2} = 71 \text{ g/Eq}$$

$$142 \text{ g/mol}$$

$$54 \text{ g} / (71 \text{ g/Eq})$$

$$N = \frac{54 \text{ g} / (71 \text{ g/Eq})}{0.125 \text{ l}} = 6.08 \text{ Eq/l} = 6.08 \text{ meq/ml}$$

$$0.125 \text{ l}$$

6) MOLALIDAD (m)

Es el número de moles de soluto por cada kilogramo de solvente contenido en la solución.

Ejemplo:

Calcular la molalidad de una solución que contiene 441 g de HCl disueltos en suficiente agua para formar 1 litro de solución con densidad relativa 1.08.

$$1 \text{ H: } 1 \times 1.00 = 1.00$$

$$1 \text{ Cl: } 1 \times 35.46 = 35.46$$

$$36.46 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{441 \text{ g}}{36.46 \text{ g/mol}} = 12.1 \text{ mol de HCl (soluto)}$$

$$\text{Masa de la solución} = 1 \text{ litro} \times 1.08 \text{ kg/litro} = 1.08 \text{ kg.}$$

$$\text{Masa del agua} = (1.08 - 0.441) \text{ kg} = 0.639 \text{ kg}$$

$$\text{Molalidad (m): } \frac{12.1 \text{ mol}}{0.639 \text{ kg}} = 18.93 \text{ m de HCl}$$

DILUCION

En el laboratorio con frecuencia se usan soluciones de concentración definida para preparar a partir de ellas otras soluciones más diluidas. Por lo tanto, es importante conocer cómo los cambios de volumen afectan la concentración de una solución.

Cuando la concentración se expresa en una escala volumétrica, la cantidad de soluto contenido en un volumen determinado de la solución es igual al producto del volumen por la concentración, como sigue:

$$\text{Cantidad de soluto disuelto} = \text{volumen} \times \text{concentración.}$$

Cuando se diluye una solución, el volumen aumenta y la concentración disminuye, pero la cantidad total de soluto permanece constante. Por esta razón, dos soluciones de concentraciones diferentes pero que contengan las mismas cantidades de soluto, estarán relacionadas en la siguiente forma:

$$\text{Volumen}_1 \times \text{concentración}_1 = \text{Volumen}_2 \times \text{concentración}_2$$

Ejemplo:

Un frasco de laboratorio tiene escrito un rótulo con 10 M de hidróxido de sodio (NaOH). Calcular los mililitros de esta solución se necesitan para preparar 50 ml de una solución 2 M de NaOH.

Para el NaOH la molaridad es igual a la normalidad:

$$10 \text{ M} = 10 \text{ N}$$

Volumen (ml) \times normalidad = número de miliequivalentes

$$50 \text{ ml} \times 2 \text{ N} = 100 \text{ meq de NaOH}$$

Para conseguir 100 meq de NaOH se deben tomar de la solución concentrada:

$$100 \text{ meq} = V \text{ (ml)} \times 10 \text{ N}$$

$$V = 100 \text{ meq} / 10 \text{ meq/ml} = 10 \text{ ml}$$

FACTORES

En la preparación de soluciones de concentración conocida se emplean los siguientes conceptos.

Factor de pesada

Es el cociente de la masa real de una sustancia que contiene una solución entre la masa que teóricamente debería contener.

$$\text{factor} = \frac{\text{masa real}}{\text{masa teórica}}$$

Ejemplo: $f = 142.7/142 = 1.002$

Factor de una solución titulada

Es el cociente de la concentración real de una solución entre la concentración que teóricamente debería contener.

$$F = \frac{\text{Volumen de la solución titulada} \times f \times \text{Normalidad}}{\text{Volumen de la solución a titular} \times \text{Normalidad}}$$

TIPOS DE SOLUCIONES DE ACUERDO A LA PREPARACION

Soluciones primarias. Son aquellas en las que se obtiene el factor en forma directa, por pesada de la sustancia.

Soluciones secundarias. Son aquellas soluciones en las que se obtiene el factor en forma indirecta, utilizando otra solución, o sea con sustancias que no son químicamente puras.

I. 1 MANEJO DE LA BALANZA ANALITICA

Objetivo. Conocer el funcionamiento y manejo de la balanza analítica para medir masas.

I N T R O D U C C I O N

La masa de un cuerpo es una medida de la cantidad de materia que contiene y es invariable; la cantidad de una sustancia presente en una solución se expresa generalmente como porcentaje en peso, éste es una medida de la fuerza ejercida sobre él por la atracción gravitacional de la tierra.

Puesto que la fuerza de gravedad varia con la altitud terrestre, el peso de un cuerpo es variable. La masa de un objeto se mide comparandola con otra masa conocida. Para un mismo valor de fuerza de gravedad, las masas son proporcionales a los pesos.

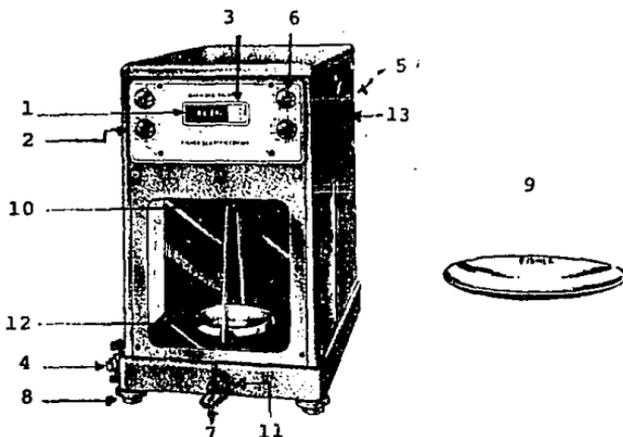
La balanza analítica determina masa, porque la gravedad ejerce la misma fuerza sobre el cuerpo a medir y las pesas de la balanza. Con frecuencia el término peso se utiliza como sinónimo de masa.

BALANZA ANALITICA

Es un aparato basado en el principio de la palanca, tiene un sistema de perillas cuya función es la de agregar o quitar peso para equilibrar el peso del cuerpo a medir. Estas balanzas entre más precisas son, menor cantidad de sustancia pueden pesar.

PARTES DE LA BALANZA SARTORIUS Y SU FUNCIONAMIENTO

En la Figura I.1 se presenta un esquema correspondiente a una balanza electrónica donde se muestra cada una de sus partes.



- 1 Pantalla No. 1, marca décimas de gramo.
- 2 Perillas para accionar la pantalla No 1.
- 3 Pantalla para marcar centésimas a diezmilésimas de gramo.
- 4 Palanca para accionar la pantalla.
- 5 Tornillo para ajustar la pantalla No. 2 a ceros.
- 6 Tornillo de enfoque.
- 7 Nivel de burbuja.
- 8 Tornillos para el ajuste del nivel de burbuja.
- 9 Cubre platillos.
- 10 Gancho para sostener platillos.
- 11 Perilla para la puerta.
- 12 Platillo de la balanza.
- 13 Cubierta exterior.

Figura I.1

La balanza contiene perillas cuyas funciones son las siguientes:

Una perilla para realizar pesadas en decimas de gramo, su escala es de 0 a 0.9 gramos. Otra se utiliza para realizar pesadas en gramos. Su escala es de 1 a 9 gramos, si se utilizan las dos perillas, la medición podrá ser hasta de 9.9 gramos y además otra que se emplea para realizar pesadas en gramos. Su escala es de 10 a 90 gramos.

Al utilizar en forma combinada las tres perillas se tiene una medición máxima de 99.9 gramos.

Palanca de 100

La balanza comprende también, una palanca exterior marcada con el número 100, al accionarla se pueden medir pesos de 100 gramos, si se utiliza con otras perillas se pueden realizar pesadas arriba de 100 gramos, hasta 199.9 gramos; para pesos menores a 100 gramos la palanca debe estar en su posición normal.

En el interior de la balanza, en la parte inferior izquierda, aparece una pantalla con escala centesimal, en la que se obtiene aproximación de medición hasta de diezmilésimas de gramo, la que se acciona con la palanca de dos pasos.

Palanca de dos pasos

En la parte inferior de ambos lados, presenta una palanca común de dos pasos que tiene como función:

- 1 En posición vertical sirve para frenar y no golpear la escala de centésimas.
- 2 En posición horizontal y hacia atrás, la balanza queda en funcionamiento y acciona una pantalla.
- 3 En posición horizontal y hacia el frente la balanza queda fuera de funcionamiento.

Tornillo nivelador

Se encuentra en la base, al lado derecho de la balanza. La nivelación se realiza con el vidrio de reloj colocado sobre el platillo.

Tornillo de enfoque

Controla la intensidad de iluminación de la pantalla y enfoca la escala.

Nivel de burbuja

Indica la horizontalidad de la balanza, la burbuja encapsulada debe permanecer centrada, para lograrlo se tienen en la parte inferior dos tornillos.

Cubierta exterior

Es una coraza compuesta de piso, techo y cara lateral cilíndrica equipada, esta última con puerta de acceso.

D E S A R R O L L O

Verificar que cada una de las perillas indicadoras estén en posición cero.

Nivelar la balanza con el tornillo nivelador haciendo que la escala graduada se ajuste a ceros con el vernier.

Con el tornillo de enfoque lograr buen contraste en la pantalla de lectura del vernier para aclarar la escala.

Colocar el objeto o sustancia sobre el vidrio de reloj.

Con la balanza fuera de funcionamiento adicionar peso con las perillas y en caso de ser necesario con la palanca de 100 gramos.

Colocar la palanca de dos pasos en posición vertical para frenar el vernier.

Observar la pantalla: Si la escala de la pantalla se recorre hacia la izquierda indica que hay que aumentar peso con las perillas correspondientes; si la escala se recorre hacia la derecha, quitar peso con las mismas perillas de la balanza.

Ajustar el peso que se indica en gramos, décimas, centésimas, milésimas y diezmilésimas de gramo.

Colocar la palanca horizontalmente para suspender el peso y poder tomar la lectura.

Apagar la balanza, retirar el objeto o sustancia que se pesó y colocar a cero la escala.

Al terminar la medición colocar la palanca fuera de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Utilizar en la balanza un vidrio de reloj, porque algunas sustancias corroen los metales de la balanza y puede desgastarlos.

Realizar la medición donde no existan corrientes de aire.

Verificar que la balanza se encuentre estable.

No recargarse sobre la balanza o la superficie en la que esté instalada la balanza.

No golpear o mover la balanza.

Agregar o quitar peso cuando la balanza esté apagada, ya que de otra manera se puede descalibrar o dañar.

La puerta de acceso de la balanza debe permanecer cerrada al realizar pesadas.

Cubrir la balanza con un capelo cuando no se esté usando.

APLICACIONES

La balanza analítica se utiliza para realizar pesadas de muestras de rocas, de fluidos, de sustancias químicas, de barita o bentonita, de metales, etc.

I. 2 DETERMINACION DE PH

Objetivo. Identificar el pH de cualquier muestra líquida.

I N T R O D U C C I O N

Un ácido se puede definir como aquella sustancia que en el agua produce iones hidrógeno; es decir, dona protones en solución. Una base es una sustancia que en solución produce o genera iones hidróxido (OH^-), o sea, acepta protones en solución.

La concentración del ion hidrógeno con frecuencia modifica el desarrollo de muchas reacciones químicas en las soluciones acuosas y en las que no son acuosas.

El agua pura contiene algunos iones, los cuales se derivan de la autoionización de la molécula del agua, reacción que se puede representar como sigue:



La ionización del agua da iones hidronio, H_3O^+ (abreviado a veces ion hidrógeno H^+) e iones hidróxido, OH^- .

Ya que la ionización alcanza un estado de equilibrio, puede representarse por una constante de equilibrio, K_{eq} , llamada en este caso constante de ionización:

$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} \quad \text{o} \quad K_{eq} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \quad (\text{b})$$

Las fórmulas entre corchetes representan concentraciones molares. En las soluciones diluidas la concentración molar del agua es constante, $1000 \text{ g/l} / 18 \text{ g/mol} = 55.5 \text{ moles/l}$. el denominador en la ecuación anterior se puede combinar con K_{eq} , resultando una nueva constante, K_w , denominada producto iónico del agua:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \quad \text{o} \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \quad (\text{c})$$

Se ha encontrado experimentalmente, que a 25°C,

$$K_v = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ M} \quad (d)$$

Si el agua pura se ioniza de acuerdo a la ecuación a y es la única fuente de los dos iones, entonces $[H^+] = [OH^-]$, por tanto,

$$[H^+][OH^-] = [H^+][H^+] = [H^+]^2 = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$$

Esto quiere decir que en 1 litro de agua pura, de un total de 55.5 moles solamente 1.0×10^{-7} Mol de agua está ionizada. En las soluciones neutras $[H^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}$ M, no son ácidas ni básicas.

En las soluciones ácidas $[H^+]$ es mayor que 1.0×10^{-7} M y $[OH^-]$ es menor que 1.0×10^{-7} M.

En las soluciones básicas $[H^+]$ es menor que 1.0×10^{-7} M y $[OH^-]$ es mayor que 1.0×10^{-7} M.

En cualquiera de los casos el producto de las concentraciones permanece constante e igual a 1.0×10^{-14} M.

Como el uso de números con exponentes negativos es incómodo, la acidez o basicidad de una solución se expresa comúnmente en una escala logarítmica por medio de lo que se llama el pH.

pH (potencial hidrógeno)

Se define como: menos el logaritmo de base 10, de la concentración molar de iones hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+]$$

Ejemplo:

Calcular el pH de una solución neutra a 25°C (su concentración de iones hidrógeno es de 1×10^{-7} M,

$$\text{pH} = -\log_{10} (1 \times 10^{-7}) = -(-7) = 7$$

También se puede definir como el exponente negativo de la concentración de iones hidrógeno:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

Entre más grande es el pH de una solución, en una escala de 0 a 14, menor es su concentración de iones hidrógeno.

Un procedimiento para determinar el pH por medición directa consiste en utilizar el aparato llamado potenciómetro, que es un instrumento electrónico con electrodos de vidrio, que registran el voltaje generado por los iones hidrógeno.

En esta práctica se determinará cualitativamente el pH de una solución, mediante el método que consiste en mojar un papel indicador con la muestra líquida y la coloración que éste adopte se compara con una escala de colores preparada a partir de soluciones cuyo pH es conocido.

Las soluciones cloradas pueden destruir o reforzar parcialmente a las sustancias contenidas en el papel indicador, cuando lo destruye, disminuyen la coloración y su pH y en caso contrario el pH aumenta. La naturaleza de la sal disuelta y su concentración afecta la prueba, a mayor concentración de sal mayor error de medición de pH.

Al aumentar la temperatura el pH disminuye, por lo que para conocer el pH de cualquier solución es necesario que ésta se encuentre a una temperatura de 25°C.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Una pipeta.
- 2 Un papel indicador de pH.
- 3 Un cronómetro.
- 4 Una muestra de agua de formación.

En la Figura I.2 se presenta un esquema del material utilizado.

DESARROLLO

Sedimentar la muestra si contiene material en suspensión, eliminando en lo posible el contacto con el aire.

Si la solución se sometiera a filtración le modificaría el valor de pH por lo que esta práctica no debe efectuarse.

Tomar con una pipeta una pequeña muestra del líquido y dejar caer una o dos gotas sobre una tira de papel indicador de pH. Comparar la coloración adoptada por el papel indicador con las que aparecen en el envase del papel indicador, antes de que transcurran 30 segundos, porque el papel reacciona con el aire y altera el valor de la medición.

El resultado se lee directamente de la escala del envase del papel indicador, escala que se presenta a continuación:

Grado de acidez o alcalinidad	Color	Valor de pH
ácido	Rojo	2
medianamente ácido	Naranja	4
ligeramente ácido	Amarillo	5
ligeramente básico	Verde	8
medianamente básico	Azul	10

OTRO PROCEDIMIENTO

Una de las formas de evaluar el pH es por medio del uso de indicadores, que tienen la propiedad de cambiar de color al modificarse la acidez o basicidad.

Se puede conocer el pH de una solución muestra empleando el indicador Yamada, que se prepara de la siguiente manera: En un vaso de precipitado disolver 5 mg de azul de timol, 12.5 mg de rojo de metilo, 10 mg de fenolftaleína y 50 mg de azul de bromotimol en 100 ml de metanol, colocar esta mezcla en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, añadirle hidróxido de sodio de 0.05 M desde una bureta hasta que la mezcla sea de color verde y diluir hasta 200 ml.

Al agregar dos gotas del indicador Yamada a 10 ml de solución muestra, ésta vira como se indica a continuación:

Color	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde	Azul	Indigo	Violeta
Valor de pH	4	5	6	7	8	9	10

Ecuación de pH de una mezcla

A continuación se desarrolla una ecuación para calcular el pH resultante de una mezcla de dos soluciones, conociendo los volúmenes y sus respectivos valores de pH.

n_1 . Moles de hidrógeno en la solución 1.

n_2 . Moles de hidrógeno en la solución 2.

n_f . Moles de hidrógeno de la mezcla.

$$n_f = n_1 + n_2$$

$$[H^+] = n/V$$

$$n = V \times [H^+]$$

$$n_f = V_1 \times [H^+]_1 + V_2 \times [H^+]_2$$

$$n_f = V_1 \times 10^{-pH_1} + V_2 \times 10^{-pH_2}$$

$$[H^+]_f = n_f / V_f$$

$$[H^+]_f = \frac{V_1 \times 10^{-pH_1} + V_2 \times 10^{-pH_2}}{V_1 + V_2}$$

$$pH_f = -\log_{10} \left(\frac{V_1 \times 10^{-pH_1} + V_2 \times 10^{-pH_2}}{V_1 + V_2} \right)$$

APLICACIONES

En los laboratorios de Química, para realizar valoraciones y determinaciones, en muchos casos se necesita controlar el pH de las soluciones a utilizar.

En un gran número de mezclas líquidas en plantas químicas se necesita controlar el pH.

En fluidos de perforación el hidróxido de sodio (NaOH) es el reactivo comúnmente usado para el control del pH.

En todos los sistemas de lodo base agua el hidróxido de potasio (KOH) puede ser directamente sustituido por hidróxido de sodio (NaOH), específicamente en áreas donde hay problemas de calizas inestables. El carbonato de sodio (Na_2CO_3) también cambia el pH del lodo, pero en menor grado.

Los lodos con bajo contenido de sólidos no dispersos, deben mantener un pH de 7 a 9, valores más altos perjudican la efectividad de los polímeros. Para obtener un pH estable y duradero en el lodo de perforación los reactivos químicos deben agregarse despacio y por períodos de tiempo prolongados. Los lodos dispersos requieren valores de pH de 9 a 10.5.

Cuando se bombea un fluido, el pH no debe estar fuera del rango de 4.5 y 9 para no dañar la bomba.

Se determina el pH a soluciones biológicas como la sangre, la saliva, la orina, los jugos gástricos, etc., también a soluciones jabonosas, vinos, agua, etc.

MATERIAL

- 1 Una pipeta.
- 2 Un papel indicador de pH.
- 3 Un cronómetro.
- 4 Una muestra de agua.
- 5 Un vaso de precipitado de 250 ml.

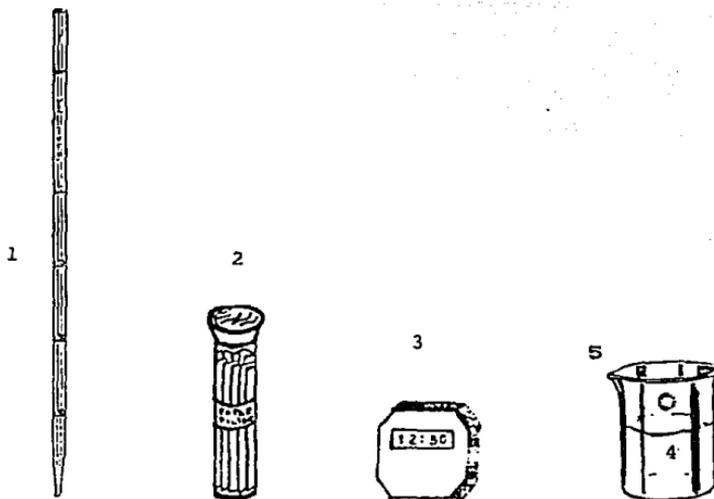


Figura I.2

I. 3 PROCEDIMIENTO PARA TITULAR

Objetivo. Conocer el procedimiento para titular una solución determinada.

I N T R O D U C C I O N

La titulación es el proceso en el que se agrega una cantidad medida de una solución de concentración conocida (solución valorada), a un volumen conocido de una solución muestra, para determinar la cantidad de cierta sustancia disuelta en la muestra. La solución valorada se adiciona lentamente con una bureta a la solución muestra a la cual se le ha agregado un indicador, además la solución muestra tiene que ser agitada continuamente hasta el cambio de color de la solución.

El punto de equivalencia de la reacción de titulación, es el momento en que la sustancia de la solución valorada se encuentra en proporción equivalente a cierta sustancia contenida en la solución muestra, es decir, cuando se consume o reacciona totalmente la sustancia que se quiere determinar. Este punto se puede identificar cuando la solución muestra cambia de color debido a una pequeña cantidad de indicador que se agrega antes de iniciar la titulación.

El indicador es característico para la reacción entre la sustancia que se quiere determinar existente en la muestra y la que se utiliza en la solución valorada, al llegar al punto de equivalencia se forma un producto cuyo cambio de color se aprecia inmediatamente.

Dado que se conoce para un proceso de titulación: la reacción entre la sustancia de solución valorada y la sustancia a determinar en la muestra, el volumen consumido y la concentración de la solución valorada y el volumen de la

solución muestra. es posible calcular la concentración de esta última.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
 - 2 Unas pinzas para bureta.
 - 3 Un vaso de precipitado de 250 ml.
 - 4 Una bureta de 50 ml.
 - 5 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
 - 6 Una probeta de 50 ml.
- La Figura I.3 comprende el material que se utiliza.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

- a) Solución valorada.
- b) Solución muestra.
- c) Indicador.

DESARROLLO

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal.
Sostener la bureta graduada con las pinzas.
Llenar la bureta con la solución valorada hasta el cero.
Colocar en el matraz Erlenmeyer la solución muestra y agregarle un indicador.
Colocar el matraz bajo la bureta de tal forma que su contenido caiga en el matraz.
Abrir lentamente la llave de la bureta para que gotee la solución valorada.
Agitar el matraz conforme caen las gotas para observar la coloración.
Cerrar la llave de la bureta cuando la solución vire de color.
Anotar el volumen gastado de la solución valorada tomando la lectura de la bureta.
Calcular la concentración de la solución muestra.

En el punto de equivalencia:

$$n_{\text{titulante}} = n_{\text{reacciona}}$$

$$[M_{\text{titulante}}] \cdot V_{\text{titulante}} = [M_{\text{reacciona}}] \cdot V_{\text{reacciona}}$$

$$[M_{\text{reacciona}}] = \frac{[M_{\text{titulante}}] \cdot V_{\text{titulante}}}{V_{\text{reacciona}}}$$

$$[M_{\text{reacciona}}] \cdot PM_{\text{muestra}} = \frac{[M_{\text{titulante}}] \cdot V_{\text{titulante}}}{V_{\text{reacciona}}} \cdot (PM_{\text{muestra}})$$

$$C = \frac{[M_{\text{titulante}}] \cdot V_{\text{titulante}}}{V_{\text{reacciona}}} \cdot (PM_{\text{muestra}})$$

Donde:

n. Moles (mol).

$[M_{\text{titulante}}]$. Molaridad de la solución titulante (mol/l).

$[M_{\text{reacciona}}]$. Molaridad de la solución muestra (mol/l).

$V_{\text{titulante}}$. Volumen gastado de la solución titulante (ml).

$V_{\text{reacciona}}$. Volumen de la solución muestra (ml).

PM_{muestra} . Peso molecular de la sustancia a determinar (g/mol).

C. Concentración en peso (g/l).

APLICACIONES

Para la mayoría de los análisis de agua se utiliza la titulación.

Analizar soluciones sobre contenidos de ciertas sustancias.

Determinar el contenido de ácidos o bases en algunos productos naturales e industriales.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- 3 Unas pinzas para bureta.
- 4 Una bureta graduada de 50 ml.
- 5 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 6 Una probeta graduada de 50 ml.

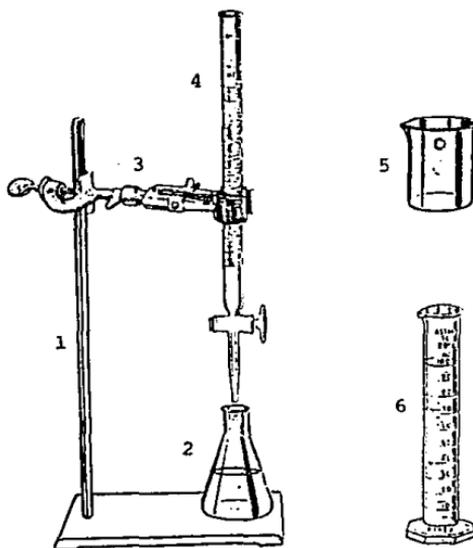


Figura I.3

I. 4 PREPARACION DE UNA SOLUCION VALORADA DE NITRATO DE PLATA

Objetivo. Preparar una solución valorada de nitrato de plata.

I N T R O D U C C I O N

El nitrato de plata es una sal que se presenta en cristales rómbicos, blancos, anhidros y muy solubles en agua resultando una disolución neutra, de sabor caustico, metálico y desagradable; reacciona con las sustancias orgánicas hidrogenadas, particularmente con alcoholes y aldehidos.

El nitrato de plata, funde a los 212°C , se descompone a 220°C , su masa molecular es de 170 g/mol, su densidad de 4.35 g/cc y su solubilidad en agua a 20°C es de 222 g/l y a 100°C de 952 g/l.

En cuanto a su manejo, se debe evitar tocar el nitrato de plata con los dedos porque se descompone coagulando la albúmina y se une con los albuminoides formando compuestos insolubles. Sus cristales son corrosivos e irritantes a la piel y mucosas, su ingestión causa gastroenteritis severa, que puede ser fatal.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- 5 Una probeta graduada de 10 ml.
- 6 Tres vasos de precipitado de 250 ml.
- 7 Un matraz aforado de 1000 ml.

- 8 Una estufa.
- 9 Una balanza analítica.
- 10 Un vidrio de reloj.
- 11 Un desecador.

En la Figura 1.4 se muestra el material de laboratorio requerido y su disposición.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Agua destilada (H_2O).	1120 ml
b) Cloruro de sodio ($NaCl$).	1 g
c) Cromato de potasio (K_2CrO_4).	5 g
d) Nitrato de plata ($AgNO_3$).	17 g

DESARROLLO

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal con objeto de que sostengan la bureta.

Pesar 17 g de nitrato de plata en la balanza analítica.

Agregar el nitrato de plata a un vaso de precipitado, disolverlo con agua destilada y diluir hasta 1000 ml en el matraz aforado.

Llenar la bureta de 50 ml con la solución de nitrato de plata.

En la probeta graduada medir 10 ml de una solución estándar de cloruro de sodio, la cual se prepara como se muestra en la página siguiente.

Añadir los 10 ml de la solución estándar de cloruro de sodio al matraz Erlenmeyer y agregar 0.5 ml de solución indicadora de cromato de potasio y diluir con agua destilada hasta 20 ml.

Colocar el matraz Erlenmeyer que contiene la solución estándar de cloruro de sodio bajo la bureta.

Agregar la solución de nitrato de plata contenida en la bureta al matraz con la solución muestra y agitarlo hasta que aparezca la primera coloración rosa permanente.

Calcular la normalidad del nitrato de plata:

$$N \text{ del } AgNO_3 = \frac{\text{ml de sol. de NaCl} \times N \text{ de la sol. de NaCl}}{\text{ml de nitrato consumido en la bureta}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION ESTANDAR DE CLORURO DE SODIO

En la balanza analítica pesar un gramo de NaCl, en un vidrio de reloj, secar en la estufa durante 2 horas a 110°C, introducirlo en el desecador, una vez enfriado pesar el NaCl deshidratado y anotar el peso.

En un vaso de precipitado de 250 ml disolver el cloruro de sodio en 200 ml de agua destilada. Traslado al matraz aforado y diluir hasta 1000 ml.

Calcular la normalidad de la solución estándar de NaCl así:

$$N \text{ de NaCl} = \text{g de NaCl desah} \times 0.01710864$$

SOLUCION DE INDICADOR DE CROMATO DE POTASIO

En un vaso de precipitado de 250 ml disolver 5 g de cromato de potasio y agregar agua destilada hasta un volumen de 100 ml.

APLICACIONES

El nitrato de plata en solución valorada se utiliza en la titulación para la determinación de cloruros de una muestra de agua de formación, así como de otras soluciones acuosas.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- 5 Una probeta graduada de 10 ml.
- 6 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 7 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 8 Una balanza analítica.
- 9 Un vidrio de reloj
- 10 Una estufa.
- 11 Un desecador.

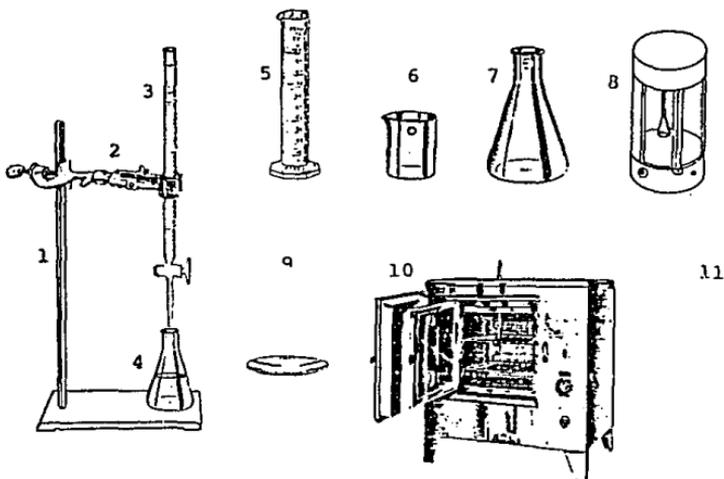


Figura I.4

I. 5 PREPARACION DE UNA SOLUCION VALORADA DE ACIDO CLORHIDRICO

Objetivo. Preparar una solución valorada de ácido clorhídrico.

INTRODUCCION

El ácido clorhídrico (HCl) es una sustancia que reacciona con la mayoría de los metales formando cloruros y desprendiendo hidrógeno.

Se puede utilizar para identificar sustancias en una solución acuosa. este transforma la sustancia objeto de análisis, en otra con propiedades fáciles de medir.

La masa molecular del ácido clorhídrico es de 36.46 g/mol. su densidad es de 1.27 g/cc. se funde a -111°C . su punto de ebullición es de -83°C y su solubilidad a 0°C es de 526 g/l y a 23°C de 435 g/l.

La concentración del HCl en solución acuosa puede estimarse a partir de la densidad:

CONCENTRACION (g HCl/100 ml)	RANGO DE DENSIDAD (g/cc)
10.0 - 17.4	1.06 - 1.08
25.5 - 39.2	1.116 - 1.171
41.6 - 46.9	1.18 - 1.2

El ácido clorhídrico comercial presenta generalmente un color amarillo debido principalmente al hierro que se encuentra como cloruro férrico (FeCl_3). Contiene además impurezas como: cloro (Cl_2), anhídrido sulfuroso y ácido sulfúrico (H_2SO_4).

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- 5 Una probeta graduada de 50 ml.
- 6 Dos vasos de precipitado de 250 ml.
- 7 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 8 Una balanza analítica.
- 9 Un vidrio de reloj.
- 10 Una estufa.
- 11 Un desecador.

En la Figura I.5 se muestra el material requerido y su disposición.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Agua destilada (H_2O).	2050.0 ml
b) Acido clorhidrico al 20% (HCl).	8.5 ml
c) Etanol al 95 % (C_2H_6O).	50.0 ml
c) Carbonato de sodio (Na_2CO_3).	1.0 g
d) Anaranjado de metilo ($C_{15}H_{15}N_3O_2$).	0.5 g

DESARROLLO

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal con objeto de que sostengan la bureta.

Llenar la bureta con la solución de ácido clorhidrico de la que se indica su preparación en la página siguiente.

En un matraz Erlenmeyer colocar 50 ml de una solución estándar de carbonato de sodio cuya preparación se indica en la página siguiente.

Agregar 5 gotas de indicador anaranjado de metilo a la solución estándar de carbonato de sodio.

Colocar el matraz Erlenmeyer bajo la bureta.

Titular con la solución de ácido clorhídrico hasta que la coloración vire de amarillo a canela pálido.

La normalidad del ácido clorhídrico se calcula con la siguiente expresión:

$$N \text{ del HCl} = \frac{\text{ml de Na}_2\text{CO}_3 \times N \text{ del carbonato de sodio}}{\text{ml de ácido clorhídrico gastado}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE ACIDO CLORHIDRICO

En un vaso de precipitado de 600 ml colocar 8.5 ml de ácido clorhídrico al 20 %, diluirlo con agua destilada hasta 500 ml, depositarlo en un matraz aforado de 1000 ml y diluir hasta la marca del aforo.

SOLUCION ESTANDAR DE CARBONATO DE SODIO

Pesar 1 gramo de carbonato de sodio, secarlo en la estufa a 110°C durante 2 horas, colocarlo en el desecador, una vez enfriado pesar el Na_2CO_3 deshidratado.

En un vaso de precipitado de 600 ml disolver el gramo de carbonato de sodio con agua destilada hasta 500 ml, depositarlo en un matraz aforado de 1000 ml y diluir hasta la marca de aforo.

La normalidad de la solución estándar se calcula así:

$$N \text{ de sol. carbonato} = 0.01887 \times g \text{ de carbonato de sodio}$$

SOLUCION DE INDICADOR ANARANJADO DE METILO

En la balanza analítica utilizando el vidrio de reloj pesar 0.5 g de anaranjado de metilo, disolverlo en un vaso de precipitado de 250 ml con 50 ml de etanol al 95 % y agregar agua destilada hasta el aforo de 100 ml.

APLICACIONES

La solución valorada de ácido clorhídrico se utiliza para determinar el contenido de carbonatos y bicarbonatos en el agua producida de la formación. También se utiliza para determinar la alcalinidad en algunas soluciones.

El ácido clorhídrico se usa comúnmente en estimulación de pozos petroleros terminados en roca calcárea.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- 5 Una probeta graduada de 10 ml.
- 6 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 7 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 8 Una balanza analítica.
- 9 Un vidrio de reloj.
- 10 Una estufa.
- 11 Un desecador.

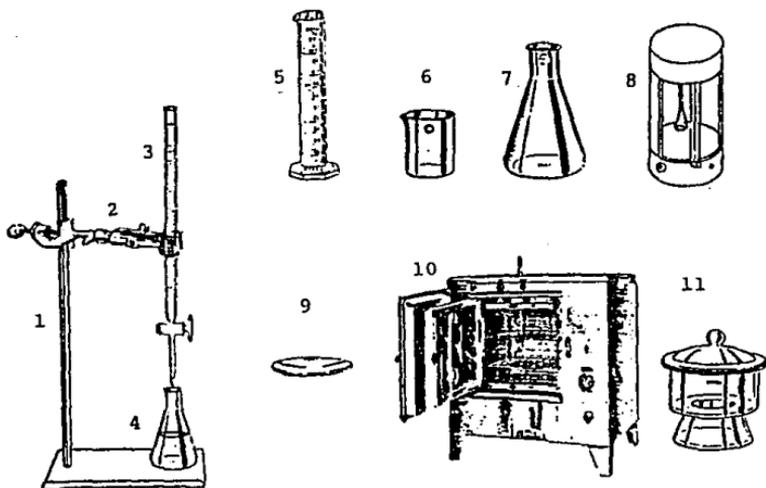


Figura I.5

I. 6 PREPARACION DE UNA SOLUCION VALORADA DE EDTA

Objetivo. Preparar una solución valorada de EDTA.

I N T R O D U C C I O N

El etilendiaminotetracético (EDTA) es un ácido aminopolicarboxílico se simboliza abreviadamente H_4Y , donde la H representa el ácido etanoico (CH_2COOH , ácido acético) y la Y es el radical etilendiamino ($N-CH_2-CH_2-N$). Es insoluble en agua por lo que no se usa en la preparación de soluciones estándar, pero su sal disódica Na_2H_2Y es soluble y es este compuesto el que se utiliza como reactivo, aunque se sigue designando como EDTA.

La sal EDTA se utiliza como agente enmascarante para evitar las reacciones características con determinados cationes en solución acuosa.

Se utiliza en la determinación volumétrica de magnesio y calcio, para los cuales no se conocen métodos volumétricos directos y sencillos. Cuando se añade EDTA a agua que contiene calcio y magnesio, se forma primero un complejo con el calcio y después se forma un hidróxido con el magnesio.

Un complejo es una molécula o un ion que al tener como mínimo un par de electrones libres, forma uno o varios enlaces de coordinación con un ion metálico.

En todos los casos el compuesto EDTA reacciona con el catión en relación molar 1:1, este reactivo forma complejos solubles, de estabildades muy diversas, que aumentan proporcionalmente al pH de la solución.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Seis vasos de precipitado de 250 ml.
- 6 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 7 Un frasco de 2 litros.
- 8 Una balanza analítica.
- 9 Un vidrio de reloj.
- 10 Un pesafiltro.
- 11 Una estufa.
- 12 Un papel indicador pH.
- 13 Un desecador.
- 14 Una probeta graduada de 10 ml.

La Figura I.6 contiene un esquema del arreglo del material de laboratorio que se utiliza en esta práctica.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Acido clorhidrico al 20% (HCl).	1 ml
b) Trietanolamina ($C_6H_{15}NO_3$).	3 ml
c) Agua destilada (H_2O).	1700 ml
d) Sal disódica ($(Na_2)_2N-CH_2-CH_2-N(CH_2COOH)_2$).	8.5 g
e) Carbonato de calcio ($CaCO_3$).	0.2 g
f) Hidróxido de sodio (NaOH).	2.0 g
g) Purpurato de amonio ($C_8H_8N_6O_6$).	0.2 g
h) Cloruro de sodio (NaCl).	100.0 g

DESARROLLO

En la balanza analítica pesar 8.5 g de sal disódica del ácido EDTA utilizando el vidrio de reloj.

Colocar la sal disódica en un vaso de precipitado de 250 ml, disolverla con 100 ml de agua destilada, vaciar en el matraz aforado y diluir hasta completar un litro de solución.

Ajustar su pH a 7, si está abajo de este valor agregar gota a gota solución diluida de hidróxido de sodio, en caso contrario con solución diluida de ácido clorhídrico y detectar el pH con papel indicador.

Vaciar la solución en un frasco de 2 litros, cerrarlo y dejar reposar durante 24 horas para que se estabilice.

Colocar la bureta en el soporte universal, fijándola con las pinzas.

Llenar la bureta con la solución de EDTA, hasta la graduación en cero.

Medir en un probeta 5 ml de solución estándar de carbonato de calcio, depositarla en un matraz Erlenmeyer y diluir hasta 25 ml.

Agregar 3 gotas de solución de trietanolamina, 3 ml de solución de hidróxido de sodio y 0.1 g de indicador murexide. Agitar suavemente la solución, hasta que presente una coloración rosa uniforme.

Colocar el matraz Erlenmeyer con la solución bajo la bureta. Titular con la solución de EDTA hasta que su color vire de rosa a violeta.

La molaridad del EDTA es calculada así:

$$M \text{ de EDTA} = \frac{\text{ml de sol. de calcio} \times M \text{ de la sol. de calcio}}{\text{ml de EDTA gastados}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION ESTANDAR DE CARBONATO DE CALCIO

Pesar en la balanza analitica el pesafiltro (W_1). También, utilizando un vidrio de reloj pesar 0.2 gramos de carbonato de calcio y colocarlo en el pesafiltro.

Introducir a la estufa el pesafiltro con el carbonato de calcio sobre el vidrio de reloj.

Deshidratario en la estufa, durante 2 horas a 110°C , al concluir el tiempo de secado retirar el pesafiltro y colocarlo en el desecador. una vez enfriado pesarlo con el carbonato de calcio (W_2).

Disolverlo en un vaso de precipitado de 250 ml con 100 ml de agua.

Obtener los gramos de carbonato deshidratado (W_3):

$$W_3 = W_2 - W_1$$

La molaridad de esta solución se calcula así:

$M \text{ sol. de } \text{CaCO}_3 = 0.1 \times \text{gramos de } \text{CaCO}_3 \text{ deshidratado}$
--

SOLUCION DILUIDA DE HIDROXIDO DE SODIO

En un vaso de precipitado de 250 ml disolver 2 g de hidróxido de sodio y diluir hasta 200 ml con agua destilada.

SOLUCION DILUIDA DE ACIDO CLORHIDRICO

Colocar en un vaso de precipitado de 250 ml 99 ml de agua destilada y agregar 1 ml de ácido clorhídrico al 20 %.

SOLUCION DE TRIETANOLAMINA

En un vaso de precipitado de 250 ml colocar 30 ml de trietanolamina y diluir con agua destilada hasta 100 ml.

INDICADOR MUREXIDE

Mezclar 0.2 g de purpurato de amonio con 100 g de cloruro de sodio y triturarla hasta -50 mallas, depositar la mezcla en un vaso de precipitado de 250 ml y diluir con agua destilada hasta 200 ml.

A P L I C A C I O N E S

La solución valorada de EDTA se emplea para conocer el contenido de calcio y magnesio en el agua de formación.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 6 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 7 Un frasco de 2 litros.
- 8 Una balanza analítica.
- 9 Un vidrio de reloj.
- 10 Un pesafiltro.
- 11 Una estufa.
- 12 Un papel indicador pH.
- 13 Un desecador.
- 14 Una probeta graduada de 10 ml.

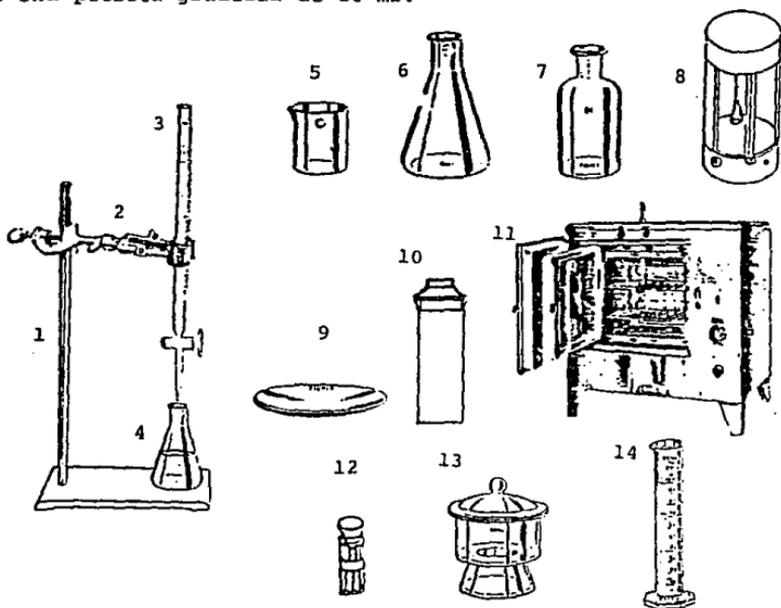


Figura 1.6

I. 7 PREPARACION DE UNA SOLUCION VALORADA DE DICROMATO DE POTASIO

Objetivo. Preparar una solución valorada de dicromato de potasio.

I N T R O D U C C I O N

El dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) es un reactivo mineral que tiene una masa molecular de 294.22 g/mol, su densidad de 2.7 g/cc, se funde a 396°C, su punto de ebullición es de 500°C; su solubilidad a 20°C es de 13 g y a 100°C de 80 g por cada litro de agua.

Esta sal se presenta siempre anhidra en grandes cristales rojo-anaranjados, muy solubles en agua en la que dan reacción débilmente ácida. Es casi inalterable al aire, puede obtenerse muy pura por medio de cristalización y secado.

El dicromato de potasio tiene propiedades oxidantes sobre los iones ferrosos principalmente, por lo que se utiliza para identificar el Fe^{++} contenido en una solución acuosa ya que lo oxida Fe^{3+} .

En la mayoría de los métodos de oxidación reducción, se emplean soluciones de dicromato de potasio de concentración decinormal. La solución decinormal de dicromato de potasio se prepara pesando 4.903 g de la sal pura, disolviendo en agua y completando el volumen a un litro y no requiere titulación posterior.

Se debe tener cuidado en su manejo, es tóxico, una ingestión de 30 g es letal, su mayor riesgo es su acumulación en el organismo por contacto prolongado, produciendo úlceras, destrucción de membranas mucosas, daños al hígado y riñones e incluso cáncer.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Una probeta graduada de 50 ml.
- 2 Un soporte Universal con anillo.
- 3 Un mechero Bunsen.
- 4 Una tela de alambre.
- 5 Tres vasos de precipitado de 250 ml.
- 6 Unas pinzas para bureta.
- 7 Una bureta graduada de 50 ml.
- 8 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 9 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 10 Un pesafiltro.
- 11 Un vidrio de reloj.
- 12 Una balanza analítica.
- 13 Una estufa.
- 14 Un frasco de 2 litros.
- 15 Un papel indicador pH.

Un esquema del material señalado se encuentra en la Figura I.7.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Agua destilada (H_2O)	2500 ml
b) Cloruro mercurico ($HgCl_2$)	50 ml
c) Acido clorhidrico al 20 % (HCl)	200 ml
d) Solución de ácidos mezclados	15 ml
e) Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)	8.0 g
f) Cloruro férrico ($FeCl_3$)	0.1 g
g) Cloruro estannoso ($SnCl_2$)	5.0 g
h) Estaño metálico (Sn)	2.0 g
i) Sulfonato de difenilamina ($CSO_4C_{12}H_{11}ND$)	1.0 g

DESARROLLO

En una balanza analítica pesar 0.88 g de dicromato de potasio utilizando el vidrio de reloj.

En un vaso de precipitado de 250 ml disolver el dicromato de potasio con 100 ml de agua destilada, vaciar en el matraz aforado y diluir hasta 1000 ml.

En una probeta graduada medir 50 ml de solución estándar de cloruro férrico (en la página siguiente se indica su preparación) y colocarla en un vaso de precipitado de 250 ml. Agregar 25 ml de ácido clorhídrico al 20 %.

Fijar el anillo en el soporte universal.

Colocar sobre el anillo una tela de alambre, sobre ésta el vaso con la solución y calentar hasta casi ebullición, sin enfriar, agregar gota a gota solución de cloruro estannoso (en la página siguiente se indica su preparación), hasta que se decolore totalmente y añadir una gota en exceso.

Enfriar a temperatura ambiente, con precaución agregar 25 ml de solución saturada de cloruro mercúrico (en la página siguiente se indica su preparación) y 15 ml de solución de ácidos mezclados.

Agregar 0.5 ml de solución indicador de difenilamina (en la página siguiente se indica su preparación).

Vaciar el vaso con la solución en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.

Titular con la solución de dicromato de potasio hasta que vire su color azul a violeta permanente.

La normalidad de la solución se calcula así:

$$N \text{ del dicromato} = \frac{\text{ml de sol. de hierro} \times N \text{ de sol. de Fe}}{\text{ml de dicromato}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION ESTANDAR DE CLORURO FERRICO

Pesar en la balanza analítica 0.1 g de cloruro férrico utilizando el vidrio de reloj. Disolver en el matraz aforado y diluir hasta completar un volumen de 1000 ml.

Calcular la normalidad así:

$$N \text{ de sol. de Fe} = \text{g de cloruro férrico} \times 0.002$$

SOLUCION DE CLORURO ESTANOSO

Pesar en la balanza analítica 5 g de cloruro estannoso utilizando el vidrio reloj, agregarle a un vaso de precipitado de 250 ml, disolverlo con 100 ml de ácido clorhídrico al 20 % y añadir 2 g de estaño metálico.

SOLUCION SATURADA DE CLORURO MERCURICO

En un frasco de dos litros saturar 500 ml de agua destilada con cloruro mercurico.

SOLUCION DE INDICADOR DE DIFENILAMINA

En un vaso de precipitado de 250 ml disolver 1 g de sulfonato de difenilamina en 100 ml de ácido clorhídrico al 20 %.

A P L I C A C I O N E S

La solución de dicromato de potasio se utiliza para determinar la cantidad de fierro que contiene una muestra de agua de formación.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Tres vasos de precipitado de 250 ml.
- 5 Unas pinzas para Bureta.
- 6 Una bureta graduada de 50 ml.
- 7 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 8 Un matraz aforado de 1000 ml.
- 9 Un pesafiltro.
- 10 Una balanza analítica.
- 11 Un vidrio de reloj.
- 12 Una estufa.
- 13 Un frasco de 2 litros.
- 14 Un papel indicador pH.
- 15 Una probeta graduada de 50 ml.

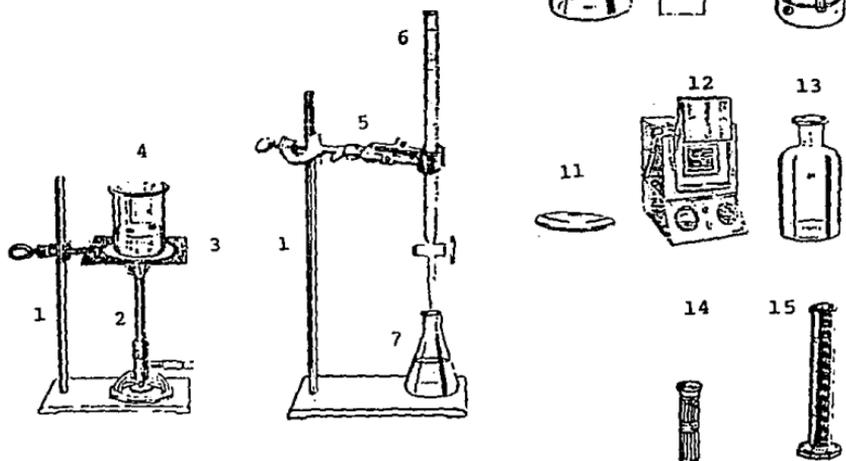


Figura 1.7

CAPITULO II

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE FORMACION

El objetivo de este capítulo es estudiar las propiedades químicas del agua de formación.

El aceite crudo es producido en ocasiones con agua de formación, constituyendo estos fluidos una mezcla. Las mezclas tienen las siguientes propiedades: Cada uno de los componentes de la mezcla conserva su identidad química y es posible separarlos por medios físicos.

Los constituyentes de una mezcla pueden ser compuestos o elementos y cada uno de ellos posee un conjunto de propiedades físicas que permiten en un momento dado, aplicar las técnicas de separación adecuadas.

El agua de formación contiene sales e impurezas que afectan no sólo a las instalaciones superficiales y al pozo mismo, sino también a la producción, ya que provocan corrosión, incrustaciones y taponamientos.

Conocer el contenido de sustancias perjudiciales en el agua de formación, proporciona elementos de juicio para la toma de decisiones por parte del ingeniero, ya que este puede contrarrestar su efecto al agregar aditivos adecuados y en la dosificación más conveniente.

Las sales precipitadas pueden taponar total o parcialmente los disparos y restringir la capacidad de flujo del aceite.

II. 1 DETERMINACION DE CLORUROS

Objetivo. Identificar y cuantificar la presencia de cloruros en el agua de formación.

INTRODUCCION

Las concentraciones de cloruros afectan algunas propiedades del lodo de perforación como son: punto de cedencia, gelatinosidad, el filtrado del lodo y el valor de pH.

Al cementar una tubería de revestimiento la excesiva presencia de cloruros puede ocasionar que el fraguado se acelere y ocasione un endurecimiento del cemento.

La cantidad de cloruros determina si se agregan aditivos para evitar la alteración de las propiedades del lodo o de la lechada de cemento.

En lodos muy salados se afecta la medición de resistividad y la interpretación es más difícil ya que se reduce considerablemente la amplitud de las curvas en el registro.

La máxima saturación de cloruros en el agua a 20°C es de 188000 ppm y es equivalente a la saturación máxima de sal de 311000 ppm.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 10 ml.

- 6 Tres vasos de precipitado de 250 ml.
- 7 Una balanza analítica.
- 8 Un vidrio de reloj.

En la Figura II.1 se presenta una ilustración del armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	10 ml
b) Solución valorada de nitrato de plata (AgNO_3)	50 ml
c) Agua destilada (H_2O)	110 ml
d) Cromato de potasio (KCr_2O_7)	5 g

DESARROLLO

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal.

Sostener la bureta con las pinzas.

Llenar la bureta hasta el cero con solución valorada de nitrato de plata.

Medir 10 ml de la muestra del agua de formación en una probeta graduada.

Colocar el agua de formación en el matraz Erlenmeyer.

Agregar 3 gotas de solución de indicador cromato de potasio y diluir hasta 20 ml.

La solución adquiere una coloración amarilla.

Colocar el matraz bajo la bureta.

Titular con la solución valorada de nitrato de plata hasta el momento en que cambie de color, de amarillo a rosa permanente.

Anotar el volumen gastado de la bureta.

Lavar la bureta graduada con agua destilada.

El resultado se calcula así:

$$\text{mg/l Cl} = \frac{\text{ml de nitrato} \times \text{N del nitrato} \times 35.5 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE INDICADOR CROMATO DE POTASIO

Pesar en una balanza analítica 5 g de cromato de potasio utilizando el vidrio de reloj y en un vaso de precipitado de 250 ml, disolverlo con 100 ml de agua destilada.

A P L I C A C I O N E S

Es de utilidad saber si existen cloruros (CaCl_2 , NaCl) en el agua de formación, ya que en recuperación secundaria el agua inyectada y el agua del pozo deben ser compatibles para evitar reacciones que puedan provocar algún daño a la formación, que restrinja su permeabilidad.

Es importante también determinar las concentraciones en el agua de formación producida para que, en caso de inyección con agua, se logre que éstas sean compatibles, ya que hay una reacción de iones, lo que puede causar un hinchamiento de arcillas.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 10 ml.
- 6 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 7 Una balanza analítica.
- 8 Un vidrio de reloj.

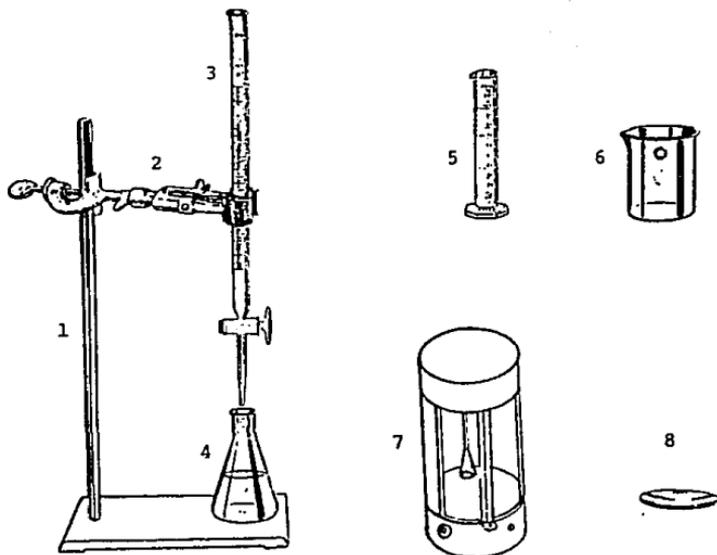


Figura II.1

II. 2 DETERMINACION DE CARBONATOS Y BICARBONATOS

Objetivo. Identificar y cuantificar la presencia de carbonatos y de bicarbonatos en una muestra de agua de pozo.

I N T R O D U C C I O N

El alto contenido de bicarbonatos en el agua de formación ocasiona que al estar perforando con un lodo calcico, el calcio se precipite y el lodo pierda sus propiedades como son: filtrado, punto de cedencia y gelatinosidad.

Si al cementar una tubería de revestimiento en un pozo petrolero se contamina la lechada con agua de formación que contenga calcio provocará que se acelere fraguado del cemento.

Los precipitados de carbonatos pueden bloquear los espacios porosos de la formación restringiendo el flujo de los fluidos.

La alcalinidad se determina por titulación usando soluciones ácidas estándares, fenolftaleína y anaranjado de metilo como indicadores, este último, presenta un color amarillo en una solución alcalina, naranja en una neutral y rojo en una ácida.

Los resultados de la titulación con anaranjado de metilo se expresan como alcalinidad al anaranjado de metilo y se representan como M.

Los resultados de la titulación con fenolftaleína se expresan como alcalinidad de la fenolftaleína, representándose como P. La alcalinidad total corresponde a la suma M+P expresada como carbonato de calcio.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 50 ml.
- 6 Dos vasos de precipitado de 250 ml.
- 7 Una balanza analítica.
- 8 Un vidrio de reloj.

En la Figura II.2 se ilustra el armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	50 ml
b) Solución valorada de ácido clorhídrico (HCl)	50 ml
c) Etanol al 95 % (C_2H_6O)	100 ml
d) Agua destilada (H_2O)	200 ml
e) Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)	0.5 g
f) Anaranjado de metilo ($C_{15}H_{15}O_2N_3$)	0.5 g

DESARROLLO

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal y sostener la bureta con las pinzas.

Llenar con cuidado la bureta aforándola hasta el cero con solución valorada de ácido clorhídrico.

Medir 50 ml de muestra en una probeta, colocarla en el matraz Erlenmeyer y agregar 3 gotas de indicador fenolftaleína, con lo que se obtiene una coloración rosa fuerte o roja.

Colocar el matraz con la solución bajo la bureta.

Titular con la solución valorada de ácido clorhídrico hasta que la solución se decolore.

El volumen gastado se anota como P.

Agregar a la misma solución 3 gotas del indicador anaranjado de metilo.

La solución presentará una coloración amarilla.

Titular hasta que el color vire de amarillo a canela palido.

Lavar la bureta graduada con agua destilada y secarla.

El volumen total de ácido gastado, tanto con el anaranjado de metilo como con la fenolftaleina, se anota como M.

El resultado se calcula con el criterio expuesto en la siguiente tabla:

Relación entre P y M	Volumen (ml) de ácido correspondiente a:		
	Bicarbonatos	Carbonatos	Hidratos
	HCO ₃	CO ₃	OH
P = 0	M	0	0
P < (1/2)M	M-2P	2P	0
P = (1/2)M	0	2P o M	0
P > (1/2)M	0	2(M-P)	2P-M
P = M	0	0	M

Utilizar las expresiones siguientes:

$$\text{mg/l HCO}_3 = \frac{\text{ml de ácido corresp.} \times N \text{ del ácido} \times 61 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

$$\text{mg/l CO}_3 = \frac{\text{ml de ácido corresp.} \times N \text{ del ácido} \times 30 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

$$\text{mg/l OH} = \frac{\text{ml de ácido corresp.} \times N \text{ del ácido} \times 17 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Si se utiliza ácido sulfurico 0.02 N y 100 ml de muestra en la titulación, los ml de ácido correspondiente se multiplican por 10 obteniéndose los resultados en ppm de carbonato de calcio (CaCO_3).

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE INDICADOR FENOLFTALEINA

Pesar en la balanza analitica 0.5 g de fenolftaleina utilizando el vidrio de reloj para protección del platillo de la balanza. Disolverlo en un vaso de precipitado con 50 ml de etanol al 95 % y diluir hasta 100 ml con agua destilada.

Agregado a una base presenta una coloración roja.

SOLUCION INDICADOR DE ANARANJADO DE METILO

Pesar en la balanza analitica 0.5 g de anaranjado de metilo utilizando el vidrio de reloj para no dañar el platillo de la balanza. Disolverlo en un vaso de precipitado con 50 ml de etanol al 95 % y diluir hasta 100 ml con agua destilada.

Este indicador agregado a un ácido presenta una coloración roja.

APLICACIONES

Tanto en las estimulaciones con ácido, como en los fracturamientos hidráulicos, se requiere del empleo de agua, por lo que se deben conocer las características de ésta y compararla con las del agua de formación, a fin de asegurar su compatibilidad.

En los yacimientos sometidos a recuperación secundaria, durante la inyección de agua, el agua a inyectar debe tener características similares a las del agua de formación, para evitar reacciones indeseables.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 50 ml.
- 6 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 7 Una balanza analítica.
- 8 Un vidrio de reloj.

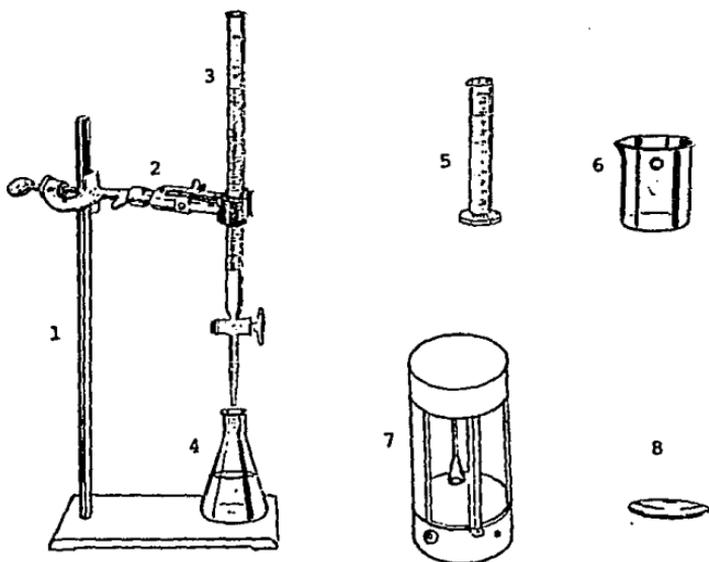


Figura II.2

II. 3 DETERMINACION DE SULFATOS

Objetivo. Realizar un análisis cuantitativo del contenido de sulfatos.

I N T R O D U C C I O N

Los sulfatos generalmente están considerados como las sustancias más corrosivas al cemento, reaccionan con la cal para formar grandes cristales, requieren más espacios de poro de lo que el cemento fraguado puede proporcionar, por eso causan expansión excesiva y poco a poco lo deterioran.

En las zonas de anhidritas se pueden formar precipitados de sulfato, debido a los ácidos que se utilizan como material de estimulación y dañar así la formación.

Las depositaciones de los precipitados de sulfato reducen el área de flujo y una mayor caída de presión en los poros del yacimiento. En los lodos de perforación se sospecha de sulfatos cuando las pruebas de lones dan valores razonables pero las propiedades del lodo son adversamente afectadas como son: pérdida de agua, viscosidad, etc.

El método para determinar la cantidad de sulfatos en el agua de formación, consiste en adicionarle a la muestra sustancias líquidas que reaccionan con los sulfatos de la muestra formando precipitados los que se separan mediante un papel filtro, cuyo objeto es el de retener los sólidos.

Los aniones de nitrito y clorato coprecipitan con el sulfato en forma de sales y pueden ser eliminados de la muestra por evaporación repetida con ácido clorhídrico.

La precipitación de disoluciones calientes da lugar a precipitados de partículas más grandes.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Dos vasos de precipitado de 600 y dos de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 100 ml.
- 6 Un embudo de vidrio de 6 a 7 cm de diámetro.
- 7 Un papel filtro.
- 8 Un agitador.
- 9 Un crisol de porcelana.
- 10 Unas tenazas.
- 11 Una mufla.
- 12 Un desecador.
- 13 Una balanza analítica.
- 14 Un vidrio de reloj.

En la Figura II.3 se presenta el armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	50 ml
b) Agua destilada (CH_2O)	300 ml
c) Acido clorhídrico al 20 % (HCl)	10 ml
d) Cloruro de bario (BaCl_2)	10 g

D E S A R R O L L O

Medir 50 ml de muestra de agua de formación en una probeta graduada.

Colocar la muestra en el vaso de 600 ml.

Agregar 200 ml de la solución de ácido clorhídrico.

Fijar el anillo en el soporte universal a la altura del mechero.

Colocar la tela de alambre sobre el anillo.

Colocar el vaso con la solución sobre la tela de alambre.

Encender el mechero Bunsen, calentar la solución hasta ebullición, agitar y agregar lentamente 10 ml de la solución de cloruro de bario.

Tapar el vaso con el vidrio de reloj y poner en baño María durante 2 horas.

Enfriar a temperatura ambiente para cristalizar el sulfato de bario y permitir que se precipite, evitando cualquier agitación en lo que se enfria.

Mientras tanto pesar el crisol de porcelana y anotar su peso. Colocar el papel filtro en un embudo de vidrio, humedeciéndolo ligeramente.

Filtrar la mezcla enfriada recibiendo el filtrado en otro vaso de precipitado.

Los precipitados que quedan en el vaso de la mezcla enfriada, lavarlos con agua caliente, ayudándose con el agitador a limpiar las paredes para filtrarlos también.

Lavar repetidamente el vaso con agua destilada caliente y filtrar todos los lavados.

Retirar el papel filtro del embudo, doblar el papel y colocarlo dentro del crisol de porcelana.

Sostener con tenazas el crisol y calentarlo un minuto con el mechero bunsen.

Quemar el papel lentamente sin que se inflame.

Con las tenazas introducir el crisol con el papel filtro, en la mufla y calcinar durante 30 minutos a 800°C.

Sacar el crisol de la mufla con las tenazas y colocarlo en el desecador de vidrio.

Enfriar durante 30 minutos el crisol hasta la temperatura ambiente. Sacar el crisol del desecador y pesarlo.

En el crisol queda el sulfato.

Restar al peso del crisol con sulfato, el peso del crisol.

El resultado se calcula así:

$$\text{mg/l de SO}_4 = \frac{\text{mg de SO}_4 \times 411.5}{\text{ml de muestra}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE CLORURO DE BARIO

Pesar en una balanza analítica 10 g de cloruro de bario utilizando un vidrio de reloj y en un vaso de precipitado de 250 ml disolverlo con 100 ml de agua destilada.

SOLUCION DE ACIDO CLORHIDRICO

En un vaso de precipitado de 250 ml agregar 200 ml de agua destilada y 10 ml de ácido clorhídrico al 20 %.

A P L I C A C I O N E S

Conocer la cantidad de sulfatos en el agua de la formación, proporciona bases para seleccionar el agua a utilizar en diversas operaciones relativas a los pozos petroleros como son: Las estimulaciones, los fracturamientos y la inyección de agua.

Además define procedimientos para controlar la formación de precipitados como es el caso de la presencia de sulfatos y otros compuestos que pueden causar daño a la formación.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Dos vasos de precipitado de 600 y dos de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 100 ml.
- 6 Un embudo de vidrio.
- 7 Un papel filtro.
- 8 Un agitador.
- 9 Un crisol de porcelana.
- 10 Unas tenazas.
- 11 Una mufla.
- 12 Un desecador.
- 13 Un vidrio de reloj.
- 14 Una balanza analítica.

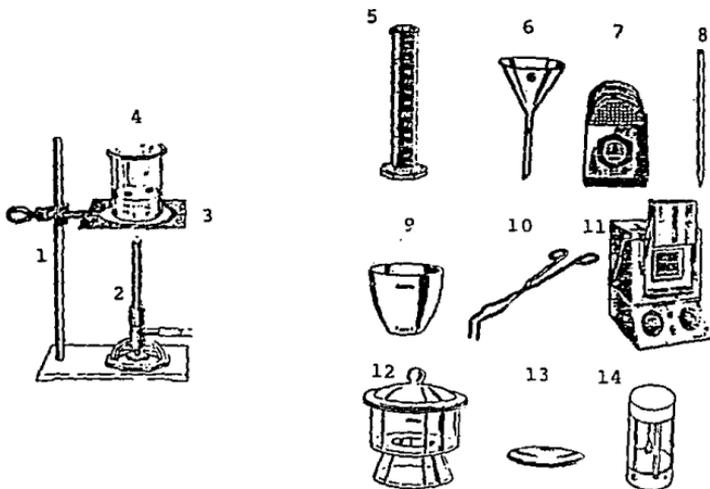


Figura II.3

II. 4 DETERMINACION DE BARIO

Objetivo. Determinar el contenido de bario en una muestra de agua de formación por el método gravimétrico.

I N T R O D U C C I O N

Se realiza la determinación gravimétrica de bario en forma de sulfato de bario, ésta es la única sal corriente de bario que además de ser insoluble en agua, es insoluble en ácidos fuertes; debido a ésto se puede impedir la precipitación de otras sales insolubles de bario (carbonato, fosfato, cromato, etc.) añadiendo ácido clorhídrico a la solución que contiene el ion sulfato.

Las sales de bario bloquean los espacios porosos de la formación restringiendo el área de flujo hacia los pozos productores.

El hidróxido de bario ($Ba(OH)_2$) se utiliza para la preparación de fluidos de perforación y se conoce como barita; es un compuesto empleado para aumentar la densidad del lodo cuando sea requerido.

El aumentar la densidad del fluido de perforación, ocasiona que la presión hidrostática aumente, pudiendo llegar a fracturar la roca o a tapar los poros de las formaciones productoras, dificultando el flujo de los hidrocarburos en la formación.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Un vaso de precipitado de 600 y cuatro de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 50 ml.
- 6 Un embudo de vidrio de 7 cm de diámetro.
- 7 Un papel filtro (Whatman No. 42).
- 8 Una pipeta.
- 9 Un agitador.
- 10 Un papel indicador pH.
- 11 Una estufa.
- 12 Un vidrio de reloj de 12.5 cm de diámetro.
- 13 Una balanza analítica.

La Figura II.4 muestra el armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	50 ml
b) Peróxido de hidrógeno al 30 % (H_2O_2)	5 ml
c) Hidróxido de amonio al 28 % (NH_4OH)	5 ml
d) Acido etanoico ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, Acido acético)	5 ml
e) Acido nítrico (HNO_3)	30 ml
f) Agua destilada (H_2O)	540 ml
g) Cromato de amonio (CrO_4NH_4)	35 g
h) Acetato de amonio ($\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_4$)	30 g

DESARROLLO

A la muestra de agua de formación, agregar unas gotas de peróxido de hidrógeno para investigar la presencia del ion fierro que se indica por un burbujeo debido al desprendimiento de oxígeno.

Si está presente el ion fierro calentar hasta ebullición y agregar hidróxido de amonio gota a gota, agitar hasta que el olor del amoniaco persista aunque sea leve.

Calentar hasta ebullición para eliminar el exceso de peróxido y flocular cualquier precipitado.

Filtrar con la ayuda de un embudo.

Medir 50 ml del filtrado anterior.

Depositar la muestra en el vaso de precipitado, agregar 3 ml de ácido acético, 10 ml de solución de cromato de amonio y 1 ml de solución de acetato de amonio, ajustar el pH a 4.6 agregando con una pipeta, gotas de ácido acético para bajar el pH y en caso contrario con hidróxido de amonio concentrado.

Diluir hasta 250 ml con agua destilada.

Fijar el anillo en el soporte universal a una altura conveniente para el mechero Bunsen.

Colocar la tela de asbesto sobre el anillo.

Colocar el vaso con la mezcla sobre la tela de asbesto.

Calentar la mezcla con el mechero Bunsen durante 10 minutos, agitando ocasionalmente y cuidando de que la solución no hierva.

Enfriar la solución a temperatura ambiente, sin agitar, para que se precipite el bario.

Mientras se enfría, pesar el papel filtro a usar.

Una vez fría, filtrar la solución con papel Whatman No. 42 sin agitar el vaso.

Los precipitados que quedan en el vaso de la mezcla enfriada, lavarlos con 50 ml de solución lavadora de cromato de amonio, ayudándose con el agitador a limpiar las paredes y filtrarlos también.

Disolver los precipitados con 4 ml de la solución de ácido nítrico, en el mismo vaso y filtrar.

Lavar repetidamente el vaso con 50 ml de solución lavadora de cromato de amonio.

Filtrar los lavados con el papel filtro asegurándose que todo el precipitado sea transferido al papel.

Cuando el vaso quede limpio, retirar con cuidado el papel filtro del embudo, colocarlo en el vidrio de reloj y secarlo en la estufa durante 30 minutos a 100-110°C (no quemarlo).

Pesar el papel filtro, ya seco, en la balanza analítica.

Obtener los mg de cromato de bario con la diferencia de pesadas.

Calcular el contenido de bario con la siguiente expresión:

$$\text{mg/l Ba} = \frac{\text{mg de BaCrO}_4 \times 542}{\text{ml de muestra}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE CROMATO DE AMONIO

Pesar en una balanza analítica utilizando el vidrio de reloj 30 g de cromato de amonio, disolverlo en un vaso de precipitado de 250 ml con 20 ml de agua destilada y diluir hasta 100 ml.

SOLUCION DE ACETATO DE AMONIO

Pesar en una balanza analítica utilizando el vidrio de reloj 30 g de acetato de amonio, disolverlo en un vaso de precipitado de 250 ml con 20 ml de agua destilada y diluir hasta 100 ml.

SOLUCION DE ACIDO NITRICO

En un vaso de precipitado de 250 ml vaciar 90 ml de agua destilada y agregar con cuidado 30 ml de ácido nítrico al 20 %.

SOLUCION LAVADORA DE CROMATO DE AMONIO

Pesar en una balanza analítica utilizando un vidrio de reloj 5 g de cromato de amonio, disolver con 10 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 250 ml y diluir hasta 50 ml.

A P L I C A C I O N E S

Conocer la cantidad de bario contenida en el agua de formación, a fin de definir los aditivos que se deban emplear para evitar incrustaciones difíciles de remover en tuberías de producción o de descarga.

Auxilia en la determinación del tipo de agua a inyectar en un yacimiento de tal manera que no reaccione con el agua de la formación en procesos y operaciones como:

- a) Recuperación secundaria.
- b) Estimulación con baches de agua en el pre-tratamiento o en el post-tratamiento.
- c) Desarrollo de una fractura mediante la inyección de agua a la formación.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Un vaso de precipitado de 600 ml.
- 5 Una probeta graduada de 50 ml.
- 6 Un embudo de vidrio de 7 cm de diámetro.
- 7 Un papel filtro.
- 8 Un agitador (gendarme).
- 9 Una pipeta.
- 10 Un papel indicador pH.
- 11 Una estufa.
- 12 Un vidrio de reloj.
- 13 Una balanza analítica.

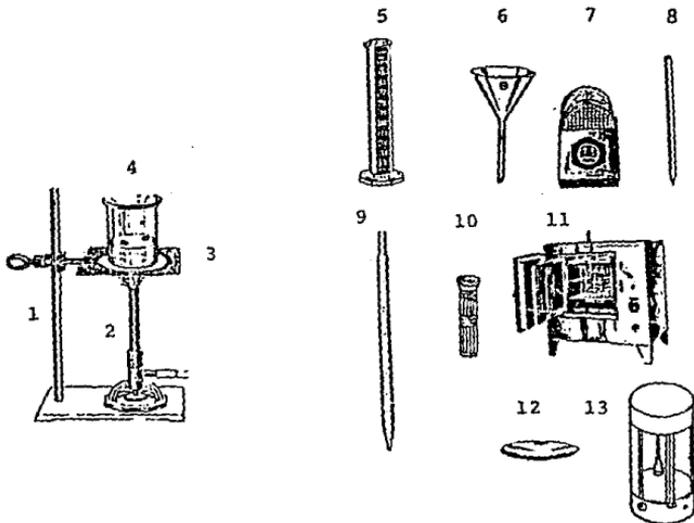


Figura II.4

II. 5 DETERMINACION DE CALCIO Y MAGNESIO

Objetivo. Identificar y cuantificar el contenido de calcio y magnesio que existe en un agua de formación mediante el método volumétrico.

I N T R O D U C C I O N

El calcio no se encuentra libre en la naturaleza y éste se presenta en múltiples compuestos en forma de carbonatos (CaCO_3) como mármol, caliza, creta, calcita, aragonita, dolomita, en sulfatos de calcio (CaSO_4) como el yeso y en los silicatos.

La dureza total de una solución es la suma total de sus iones de calcio (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}) que contiene.

La concentración de calcio puede afectar algunas propiedades del lodo de perforación como son, aumento en el punto de cedencia, gelatinosidad y filtrado. Una alta concentración de calcio puede ocasionar un rápido fraguado al estar cementando una tubería de revestimiento.

El agua de formación generalmente contiene calcio y magnesio que proviene de su paso a través o por encima de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas; puede producir precipitados, los que restringen la capacidad de flujo en la formación o se depositan en las tuberías de producción.

El calcio disuelto impide la acción de las micelas polares de un jabón sobre una grasa, aumentando con ésto la dureza del agua.

El magnesio se presenta en los minerales como la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kaimita ($\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{Na}_2\text{SO}_4$), magnesita (MgCO_3), schomita ($\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), epsomita (MgSO_4), en el agua de mar o en la salmuera y se precipita en forma de hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

En la titulación a medida que se agrega EDTA a la solución muestra, el EDTA se combina primero con calcio y después con el magnesio, ya que el primer complejo ($\text{EDTA}(\text{Ca}^{++})$) es más estable que el segundo ($\text{EDTA}(\text{Mg}^{++})$).

Se utiliza en la determinación una solución reguladora de amoníaco para evitar la precipitación de los iones metálicos, ya que el amoníaco puede formar con ellos complejos débiles.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 25 ml.
- 6 Dos vasos de precipitado de 250 ml.

En la Figura II.5 se presenta una ilustración del armado.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	20 ml
b) Agua destilada (H_2O)	540 ml
c) Cloruro de amonio (NH_4Cl)	5 ml
d) Solución valorada EDTA	50 ml
e) Hidróxido de amonio al 28 % (NH_4OH)	5 ml
f) Etanol al 95 % ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$)	100 ml
g) Hidróxido de sodio (NaOH)	20.0 g

h) Purpurato de amonio ($C_8H_8N_6O_6$)	35.0 g
i) Cloruro de sodio (NaCl)	100.0 g
j) Trietanolamina ($C_6H_{15}NO_3$)	35.0 g
k) Eriocromo negro T	0.5 g
l) Hidrocloruro de hidroxilamina ($ClNH_2O_2$)	4.5 g

D E S A R R O L L O

CALCIO

Medir 10 ml de muestra de agua de formación en una probeta.
 Depositar la muestra en un matraz Erlenmeyer.
 Agregar 20 ml de agua destilada, 3 gotas de solución de trietanolamina, 3 a 5 ml de solución de hidróxido de sodio y 0.1 gramo de indicador murexide.
 La solución presentará una coloración rosa.
 Fijar la bureta en el soporte universal con las pinzas.
 Llenar la bureta con solución valorada de EDTA, hasta la marca cero.
 Titular con la solución valorada de EDTA hasta que el color vire de rosa a violeta.
 Anotar el volumen gastado de EDTA y designarlo como A.

MAGNESIO

Medir en una probeta 10 ml de muestra de agua de formación.
 Colocar la muestra en un matraz Erlenmeyer.
 Diluir con 20 ml de agua destilada.
 Agregar 3 ml de solución reguladora de cloruro de amonio-hidróxido de amonio y 3 gotas del indicador eriocromo negro T.
 La solución presentará una coloración vino.
 Titular con la solución valorada de EDTA hasta que el color cambie de vino a azul.
 Anotar el volumen gastado de EDTA y designarlo como B.

Calcular los contenidos con las siguientes expresiones:

$$\text{mg/l Ca} = \frac{A \times M \text{ EDTA} \times 40.1 \times 1000}{\text{ml de muestra.}}$$

$$\text{mg/l Mg} = \frac{B \times M \text{ EDTA} \times 24.3 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde: M EDTA, es la molaridad de la solución EDTA.

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE TRIETANOLAMINA

En un vaso de precipitado de 250 ml colocar 30 ml de trietanolamina y diluir hasta 100 ml.

SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO

En una balanza analítica utilizando un vidrio de reloj, pesar 20 g de hidróxido de sodio, disolverlo con 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 250 ml.

INDICADOR MUREXIDE

En una balanza analítica utilizando un vidrio de reloj, pesar 0.2 g de purpurato de amonio, posteriormente 100 g de cloruro de sodio y mezclarlos.

SOLUCION DE INDICADOR ERIOCROMO NEGRO T

Pesar en una balanza analítica utilizando un vidrio de reloj 0.5 g de eriocromo negro T, posteriormente 4.5 g de hidrocioruro de hidroxilamina y disolverlos con 100 ml de etanol al 95% en un vaso de precipitado de 250 ml.

SOLUCION REGULADORA DE CLORURO DE AMONIO-HIDROXIDO DE AMONIO

Pesar en una balanza analitica utilizando un vidrio de reloj 67.5 g de cloruro de amonio, disolverlo con 200 ml de agua destilada en un vaso de precipitado de 250 ml, vaciar la solución en un matraz aforado de 1000 ml, agregar 570 ml de hidróxido de amonio al 28 % y diluir hasta 1000 ml.

A P L I C A C I O N E S

Al perforar formaciones de anhidrita (en un sistema de agua dulce) los iones de calcio limitan la hidratación de la bentonita y la flocula, ocasionado pérdida de fluido y aumento en las propiedades viscosas del lodo de perforación por lo que se elimina el calcio del fluido de perforación.

Si la concentración de calcio en el lodo aumenta por presencia de agua de formación o por estar perforando estratos de yeso (CaSO_4), para evitarlo se precipita el calcio en forma de carbonato de calcio (CaCO_3) agregando carbonato de sodio (Na_2CO_3).

Cuando en un pozo se efectúa una estimulación con ácidos para remover el daño, se emplea agua como bache y debe ser compatible con el agua de la formación, pues de otra manera se puede causar un daño mayor.

En la recuperación secundaria se debe inyectar agua compatible con el agua del yacimiento para:

No provocar reacciones indeseables en el yacimiento.

No dañar la formación.

Aumentar la recuperación de aceite conforme a los resultados previstos en los estudios de predicción del comportamiento del yacimiento mediante la inyección de agua.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Una bureta graduada de 50 ml.
- 4 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 5 Una probeta graduada de 25 ó 50 ml.
- 6 Dos vasos de precipitado de 250 ml.

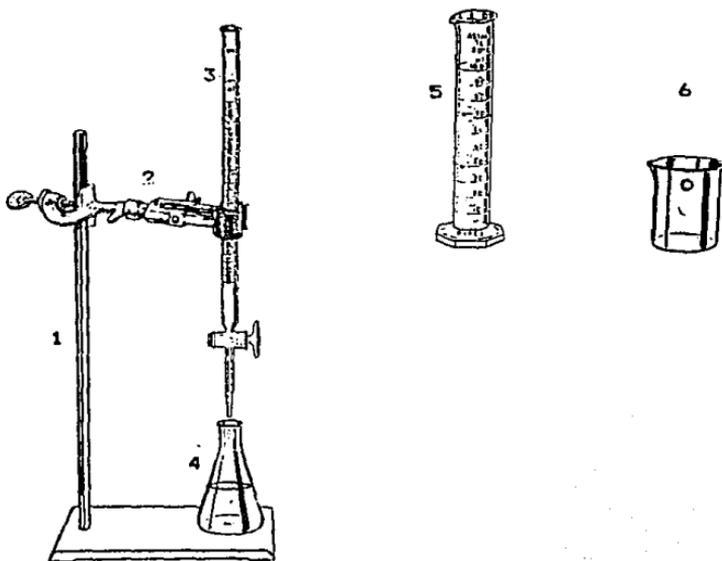


Figura II.5

II. 6 DETERMINACION DE FIERRO

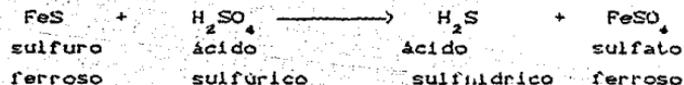
Objetivo. Identificar y cuantificar la existencia de fierro en el agua de formación.

I N T R O D U C C I O N

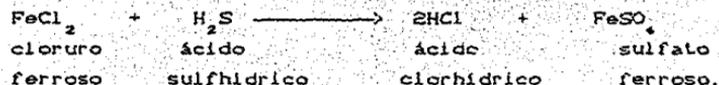
En la perforación de pozos cuando se atraviesa una zona con un alto contenido de fierro en el agua de formación, puede ocasionarse un aumento en la densidad del lodo, lo que causaría serios problemas.

Al realizar una estimulación de un pozo, para que produzca mayor cantidad diaria de aceite, los ácidos utilizados al estar en contacto con el agua de formación que contenga fierro, pueden formar compuestos, que se depositan al gastarse el ácido, ocasionando el taponamiento de poros.

El aceite que se extrae de los campos petroleros es común que se produzca acompañado con agua, por lo que los compuestos del fierro pueden dar reacciones como las siguientes:



El ácido sulfhídrico es corrosivo tanto para las tuberías de producción y de descarga como para las instalaciones superficiales requeridas en la separación y manejo de los fluidos producidos.



El ácido clorhídrico también ataca las tuberías e instalaciones superficiales.

Con la solución de dicromato de potasio se realiza la titulación de hierro en presencia de ácido clorhídrico sin que éste sea oxidado, sólo en casos en que la concentración de ese ácido sea mayor a 2N hay alguna acción.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Cuatro vasos de precipitado de 250 ml.
- 5 Unas pinzas para bureta.
- 6 Una bureta graduada de 50 ml.
- 7 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 8 Una probeta graduada de 50 ml.
- 9 Una balanza analítica.
- 10 Un vidrio de reloj.
- 11 Un agitador.

En la Figura II.6 se muestra el material requerido y su disposición.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de agua de formación	50 ml
b) Agua destilada (H_2O)	200 ml
c) Acido clorhídrico al 20 % (HCl)	125 ml
d) Acidos mezclados	15 ml
e) Sol. valorada de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)	50 ml
f) Cloruro estannoso ($SnCl_2$)	5 g
g) Estaño metálico (Sn)	5 g
h) Cloruro mercurico ($HgCl_2$)	10 g
i) Sulfonato de difenilamina	1 g

DESARROLLO

En la probeta medir 50 ml de muestra, colocarla en un vaso de precipitado de 250 ml y agregar 25 ml de ácido clorhídrico al 20 %.

En el soporte universal fijar el anillo a la altura del mechero Bunsen y colocar sobre el anillo una tela de alambre. Colocar el vaso de precipitado con la solución sobre la tela de alambre y calentarla hasta casi ebullición con el mechero Bunsen.

Sin enfriar, agregar gota a gota la solución de cloruro estannoso, hasta que se decolore totalmente y una gota de exceso.

Enfriar a temperatura ambiente la solución.

La solución debe estar fría ya que al agregar ácidos mezclados, reaccionan fuertemente; a mayor temperatura, mayor reacción, lo que es peligroso.

Agregar 25 ml de la solución saturada de cloruro mercuríco, 15 ml de la solución de ácidos mezclados y 3 gotas del indicador de difenilamina y mezclar suavemente.

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal.

Sostener la bureta con las pinzas.

Llenar la bureta con solución valorada de dicromato de potasio aforándola hasta el cero.

Titular con la solución valorada de dicromato de potasio hasta el vire de un color azul a violeta permanente.

Calcular el resultado con la siguiente expresión:

$$\text{mg/l. Fe} = \frac{\text{ml de dicromato} \times N \text{ dicromato} \times 55.85 \times 1000}{\text{ml de la muestra}}$$

PREPARACION DE SOLUCIONES

SOLUCION DE CLORURO ESTANOSO

En la balanza analítica utilizando un vidrio de reloj, pesar 5 g de cloruro estannoso, disolverlo con 100 ml de ácido clorhídrico al 20 % en un vaso de precipitado de 250 ml y agregar 3 g de estaño metálico a la solución.

SOLUCION SATURADA DE CLORURO MERCURICO

En un vaso de precipitado de 250 ml saturar 200 ml de agua destilada con cloruro mercuríco.

SOLUCION DEL INDICADOR DE DIFENILAMINA

En la balanza analítica utilizando un vidrio de reloj, pesar 1 g de sulfonato de difenilamina. En un vaso de precipitado de 250 ml disolverlo con 100 ml de ácido clorhídrico al 5 %.

A P L I C A C I O N E S

Ayuda a definir la calidad del agua a utilizar en un yacimiento en los procesos de:

- a) Recuperación secundaria.
- b) Estimulaciones matriciales.
- c) Fracturamientos.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Un mechero Bunsen.
- 3 Una tela de alambre.
- 4 Un vaso de precipitado de 250 ml.
- 5 Unas pinzas para bureta.
- 6 Una bureta graduada de 50 ml.
- 7 Un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- 8 Una probeta graduada de 50 ml.
- 9 Una balanza analítica.
- 10 Un vidrio de reloj.
- 11 Un agitador.

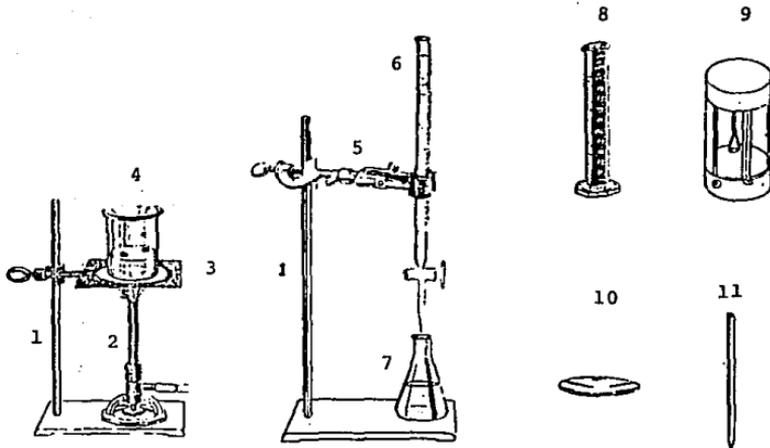


Figura II.6

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO III

ANALISIS DE ACEITES CRUDOS

Un recurso natural energético importante lo constituye el petróleo, compuesto por una mezcla de hidrocarburos; sus principales componentes son hidrocarburos saturados, no saturados, cíclicos, gaseosos, líquidos y sólidos.

Para distinguir los aceites crudos aparentemente iguales, se tienen propiedades que no dependen de la cantidad disponible, se presentan en la naturaleza con determinadas características físicas, entre las que se pueden citar:

Densidad. En la industria del petróleo, se utiliza generalmente la densidad relativa del aceite crudo en grados API que es una escala arbitraria para hacer notables las diferencias en las densidades de los crudos; la expresión que relaciona la densidad relativa con los °API es la siguiente:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\text{dens. rel. } 60/60^{\circ}\text{ F}} - 131.5$$

Viscosidad. Es la resistencia que opone un fluido al escurrimiento; es la propiedad que se manifiesta, para unas condiciones dadas, en la capacidad de flujo de un fluido, a mayor viscosidad, menor flujo; la viscosidad de los hidrocarburos es variada, pues abarca desde la correspondiente al gas, hasta la del petróleo semisólido.

La viscosidad depende de:

- Composición del aceite crudo; los más pesados presentan mayor viscosidad.
- Temperatura del aceite crudo; a mayor temperatura menor viscosidad.

c) Contenido de gas disuelto; el gas favorece al flujo y por consiguiente la viscosidad del aceite dentro de los yacimientos disminuye.

Poder calorífico. Es la energía liberada por unidad de masa de un combustible; es decir, evalúa el rendimiento calorífico para combustibles sólidos o líquidos se expresa en kcal/kg o en BTU/lb y en los gaseosos en kcal/m³ medido a una temperatura de 15.6°C y a una presión absoluta de 762 mm de mercurio.

La fórmula empírica de Sherman-Kropf para calcular el poder calorífico (SE) en función de los grados °API correspondiente a un combustible es:

$$SE = 0.58 (K + 40 (^\circ\text{API} - 10)),$$

donde:

K = 18320 para gasolina.

K = 18440 para keroseno.

K = 18650 para combustóleo (T_{ebullición} > 221°C).

Los aceites ligeros son más ricos en hidrógeno y tienen un poder calorífico más alto, por ejemplo:

Peso específico	API	Poder calorífico [kcal/kg]
0.7	70	11700
0.8	45	11100
0.9	25.7	10875

Color. En los hidrocarburos en cuanto mayor es su masa molecular, más oscuro es el petróleo. Los colores que presentan varían de amarillo a café rojizo o verdoso y de café oscuro a negro.

Olor. Esta característica depende de los componentes químicos que predominan en el petróleo crudo, por ejemplo:

- Olor a gasolina, indica abundancia de parafinas.
- Olor agradable, señala mayor cantidad de aromáticos.
- Olor a azufre, sugiere alto contenido de azufre.

Volumen. El volumen del aceite crudo cuando se encuentra a condiciones del yacimiento, es mayor que el que le corresponde en la superficie; la diferencia es debida, principalmente, a la cantidad de gas disuelto.

Es frecuente que a un barril de aceite crudo en el subsuelo le corresponde entre 0.6 y 0.8 de barril en la superficie; existen casos en que caen fuera de ese rango.

Fluorescencia. Es la propiedad de una sustancia de emitir luz cuando reciben ciertas radiaciones. Los hidrocarburos líquidos presentan fluorescencia bajo la luz ultravioleta, principalmente los aromáticos; esto permite reconocer huellas de aceite crudo en rocas, en núcleos y en muestras de canal procedentes de la perforación; la fluorescencia varía de amarillo claro a oscuro y en tonalidades verdosas o azuladas.

Punto de inflamación. Es la temperatura en la cual se encienden los vapores del petróleo. Es un dato importante para establecer las medidas de seguridad en el manejo de los hidrocarburos.

Punto de ebullición. Es la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a la presión atmosférica. En el aceite crudo generalmente aumenta proporcionalmente a su masa molecular.

Punto de escurrimiento. Es la temperatura mínima en la cual el petróleo fluye.

A temperatura y presión estándares, los primeros cuatro hidrocarburos alcanos (metano, etano, propano y butano) son gaseosos; del pentano al heptadecano son líquidos y los restantes son sólidos, ya que tienen masas moleculares muy grandes.

CLASIFICACION DE LOS ACEITES CRUDOS

Desde el punto de vista químico, existe una clasificación que se basa en la proporción relativa de los tres componentes principales de los aceites crudos: parafínicos, nafténicos y aromáticos.

a) Parafínicos. Serie de hidrocarburos de cadena abierta, también llamados alcanos, son aceites ligeros de poca afinidad; no son muy activos químicamente, generalmente líquidos con excepción de algunas ceras con alto número de carbonos, su viscosidad y su contenido de azufre son bajos. Al quemarse producen dióxido de carbono y agua.

b) Nafténicos. Serie de hidrocarburos cíclicos, cicloalcanos o cicloparafinas, son aceites crudos ligeros, se cree que derivan de aceites parafínicos biodegradados.

c) Aromáticos. Hidrocarburo caracterizado por la presencia de componentes con propiedades del benceno, poseen aromas característicos. Contienen como mínimo un anillo no saturado de átomos de carbono.

III. 1 DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

Objetivo. Determinar el peso especifico de un aceite crudo.

I N T R O D U C C I O N

El peso especifico se define como la relación del peso de una muestra entre el volumen que ocupa; sus unidades son N/m^3 , kgf/cm^3 , lbf/pie^3 , gf/cm^3 , gf/ml , kgf/l .

Una muestra líquida que pesa 828 gf y ocupa un volumen de 1000 cm^3 tiene un peso especifico de 0.828 gf/cm^3 .

En los aceites crudos el peso especifico es un factor para determinar su precio, si el peso especifico es bajo, su precio es alto, en caso contrario su precio es bajo.

El aceite crudo y sus productos aumentan de volumen al ser calentados, mientras que su masa no varía, entonces la densidad del aceite crudo y la de sus productos disminuye al aumentar la temperatura.

El peso especifico de una muestra también se define como el producto de la densidad por la aceleración de la gravedad ($\gamma = \rho g$).

Como la densidad del aceite crudo y la de sus productos disminuye al aumentar la temperatura, el peso especifico de éstos, disminuye al aumentar la temperatura, por lo que hay que reportarlo a una temperatura fija.

El peso especifico relativo de una muestra líquida se reporta como el peso de un volumen dado de líquido a 20°C entre el peso de un volumen igual al anterior de agua destilada a 4°C .

El método para su determinación consiste en colocar un densímetro a que flote en la muestra líquida, en el cual se indicará el nivel del líquido al interceptar la escala, a esa temperatura, obteniéndose el peso específico y con la aplicación de una tabla se convierte el valor a condiciones de temperatura de 20°C.

Este método para la determinación del peso específico se puede utilizar en productos de petróleo o mezclas de productos, que sean líquidos a condiciones atmosféricas y que tengan una presión de vapor Reid menor de 26 lb/pg²; puede realizarse a temperaturas entre 12 y 90°C.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Una probeta de 250 ml.
- 2 Un densímetro.
- 3 Un recipiente.
- 4 Un tripode metálico.
- 5 Dos mecheros Bunsen.
- 6 Una varilla de madera.
- 7 Dos termómetros de 110°C.
- 8 Un soporte universal.
- 9 Unas pinzas para bureta.

En la Figura III.1 se presenta un esquema correspondiente a la disposición del material, además de una leyenda para identificar los componentes.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

- | | |
|-------------------------------|-------|
| 1 Una muestra de aceite crudo | 50 ml |
| 2 Agua potable | 5 l |

DESARROLLO

Medir 250 ml de petróleo crudo en la probeta y eliminar la espuma formada en la superficie con ayuda de un papel.

Sumergir diversos densímetros en el petróleo crudo sin que toquen las paredes o el fondo de la probeta y seleccionar aquel en el que la superficie del líquido quede dentro de la graduación.

Llenar el recipiente con agua potable y colocarlo sobre el tripode.

Sumergir suavemente el densímetro seleccionado en el petróleo crudo, hasta que se equilibre y adopte una posición estable.

Introducir el termómetro en el aceite.

Con el densímetro en reposo tomar la lectura sobre la escala impresa, justo en el nivel del menisco del aceite.

Anotar la densidad a la temperatura que indica el termómetro. Colocar la probeta con petróleo crudo dentro del recipiente, cuidando que no le entre agua.

Colocar los termómetros, uno dentro del petróleo crudo y el otro en el agua.

Calentar en forma lateral y uniformemente el recipiente con los mecheros Bunsen, cuidando de no poner los mecheros debajo del recipiente.

Registrar la temperatura con incrementos de 5°C desde la ambiente hasta 50°C y sus correspondientes valores del peso específico.

Agitar lentamente el agua y el crudo para que la temperatura sea uniforme.

Cuando el termómetro del agua marque 2°C más de la temperatura referida, dejar de calentar y esperar que el termómetro del petróleo crudo llegue a la temperatura requerida.

Realizar las lecturas, con el densímetro en reposo, durante 4 a 6 segundos.

Corregir las densidades por temperatura, utilizando el valor de temperatura como argumento de entrada para obtener el valor de la corrección para peso específico en la tabla III.1.

Calcular el peso específico corregido por temperatura, sumando el valor de corrección a la densidad medida.

Reportar como peso específico a 20/4°C.

A P L I C A C I O N E S

El peso específico sirve para calcular el peso de un determinado volumen de aceite.

El peso específico relativo se utiliza para identificar el tipo de aceite:

Peso específico < 0.8 aceite ligero

0.8 < Peso específico < 0.9 aceite mediano

Peso específico > 0.9 aceite pesado

El peso específico de un líquido sirve para conocer la presión hidrostática que ejerce.

El peso específico es un parámetro que se utiliza para diseñar el sistema de transporte y bombeo del aceite crudo, por tuberías.

T A B L A III.1

CORRECCION POR TEMPERATURAS AL PESO ESPECIFICO A 20-4°C

Temp. °C	Gasolinas 0.600-0.759	Querosenos 0.760-0.829	Diesel 0.830-0.919	Lubricante 0.920 - 1.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.001	0.001	0.001	0.001
22	0.002	0.001	0.001	0.001
23	0.003	0.002	0.002	0.002
24	0.004	0.003	0.003	0.003
25	0.004	0.004	0.003	0.003
26	0.005	0.004	0.004	0.004
27	0.006	0.005	0.005	0.005
28	0.007	0.006	0.005	0.005
29	0.007	0.006	0.006	0.006
30	0.008	0.007	0.007	0.007
31	0.009	0.008	0.007	0.007
32	0.010	0.009	0.008	0.008
33	0.011	0.009	0.009	0.009
34	0.012	0.010	0.009	0.009
35	0.012	0.011	0.010	0.010
40	0.018	0.015	0.014	0.014
45	0.020	0.018	0.017	0.017
50	0.024	0.022	0.021	0.021

RESULTADOS

T °C	Peso especifico	Corr.	Peso esp. corr. por T
21	0.887	0.000	0.888
25	0.885	0.003	0.888
30	0.881	0.007	0.888
35	0.877	0.010	0.887
40	0.873	0.014	0.887
45	0.870	0.017	0.887
50	0.866	0.021	0.887

El peso especifico de la muestra de crudo es de 0.8874

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Una probeta de 250 ml.
- 3 Dos termómetros de 110 °C.
- 4 Un recipiente de 5 l.
- 5 Un trípode metálico.
- 6 Un mechero Bunsen.
- 7 Una varilla de madera.
- 8 Un densímetro.
- 9 Unas pinzas para bureta.
- 10 Una muestra de aceite crudo.
- 11 Agua.

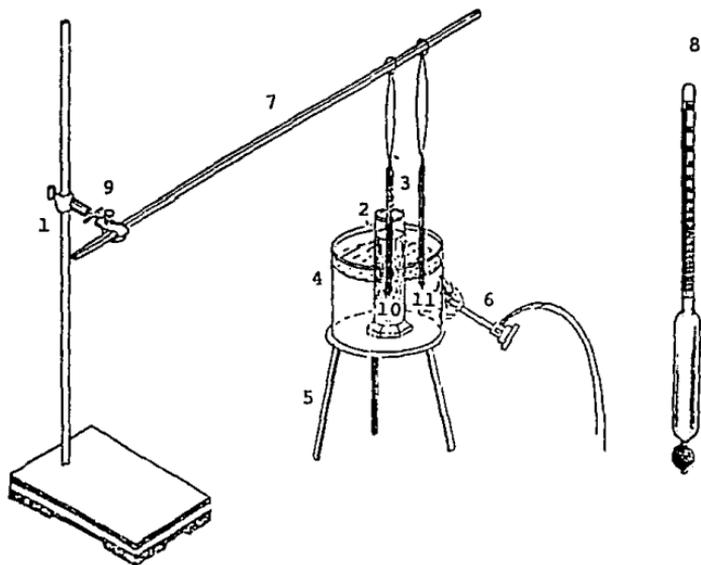


Figura III.1

III. 2 DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD SAYBOLT

Objetivo. Determinar la viscosidad de un aceite, en forma cuantitativa mediante el empleo del viscosímetro universal.

I N T R O D U C C I O N

La viscosidad es la resistencia interna al flujo de un fluido debido a la fricción de las moléculas que se deslizan unas con respecto de las otras.

La viscosidad de un aceite crudo es un factor que interviene en el flujo de fluidos dentro de un yacimiento, es decir, a través de un medio poroso. La producción de aceite crudo de un yacimiento, está influenciada por esta propiedad.

Una viscosidad baja propicia que se obtengan mayores volúmenes en la producción diaria de aceite crudo de los pozos petroleros, ya que ofrece menor resistencia al flujo.

El método para la determinación de la viscosidad consiste en pasar un volumen determinado de aceite crudo a través de un pequeño tubo, por acción de la gravedad, midiendo el tiempo de escurrimiento a una temperatura dada.

La viscosidad de los líquidos varía con la temperatura por lo que es necesario mantenerla constante durante cada prueba, de aquí que el tubo que contiene el aceite crudo, está colocado dentro de un baño María con agua o aceite.

En el estudio de los fluidos se utilizan las siguientes viscosidades:

Viscosidad dinámica (absoluta). se define como la propiedad de un fluido, que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes, sus dimensiones son M/LT , las unidades son: $kg/m\ s$, $lb/pie\ s$ y $poise(g/cm\ s)$.

Viscosidad cinemática, se define como la relación de la viscosidad absoluta entre la densidad del fluido, sus dimensiones son L^2/T , las unidades son: mm^2/s , m^2/s y $Stokes\ (cm^2/s)$. Se puede calcular utilizando el tiempo de escurrimiento a través de un tubo capilar sin efectuar la corrección por las diferencias de densidad.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un viscosímetro Saybolt Universal.
- 2 Dos termómetros de $110^{\circ}C$.
- 3 Un matraz Saybolt de 80 ml.
- 4 Un soporte universal.
- 5 Unas pinzas para bureta.
- 6 Una varilla de madera.
- 7 Un cronómetro.
- 8 Dos vasos de precipitado de 600 ml.
- 9 Un limpiatubos.
- 10 Una muestra de petróleo crudo.
- 11 Agua potable.
- 12 Gasolina comercial.

En la Figura III.2 se presenta un esquema correspondiente al armado del equipo del laboratorio utilizado con una leyenda para identificar los componentes.

DESARROLLO

Llenar el tanque del viscosímetro con agua por el orificio sin tubo, hasta que la superficie libre del líquido quede a 4 cm de profundidad.

Cubrir los tubos orificio para no contaminar el crudo con agua.

Seleccionar el tubo orificio: para aceites ligeros se escogen los tubos delgados, para aceites pesados los tubos grandes.

Lavar varias veces con gasolina el tubo orificio a utilizar, ayudándose de un limpiador accionándolo con movimientos verticales hacia arriba y hacia abajo para eliminar impurezas.

Cerrar el orificio inferior con el tapón.

Llenar con petróleo crudo el tubo orificio hasta el ras.

Fijar la tira de madera al soporte universal con las pinzas para bureta.

Colgar los termómetros en la varilla de madera e introducirlos uno en el agua y otro en el petróleo crudo, sin que toquen las paredes metálicas.

Conectar y encender el viscosímetro.

Abajo del tubo orificio colocar el matraz Saybolt.

Retirar el tapón inferior del viscosímetro de un solo tirón firme y seguro, arrancando simultáneamente un cronómetro y medir el tiempo, hasta el aforo del matraz Saybolt.

Colocar el mismo aceite en el tubo orificio para realizar otra medición a diferente temperatura, el matraz se debe escurrir, no lavarse.

Registrar a diferentes temperaturas el tiempo de escurrimiento.

T [°C]	25	30	35	40	45	50
tiempo (s)	--	--	--	--	--	--

Para 25 y 30°C colocar el control del viscosímetro en LM, que indica la posición en que se debe hacer funcionar el viscosímetro.

Cuando el termómetro del agua marque 27°C, apagar el aparato y esperar que el termómetro del aceite marque 25°C.

Retirar el tapon y anotar el tiempo de llenado del matraz, hasta la línea de aforo.

Encender el aparato y cuando marque 32°C el termómetro del agua, apagarlo.

Esperar a que el termómetro del aceite marque 30°C para hacer la medición del tiempo de llenado.

Para 35 y 40°C colocar el control en M, para 45 y 50°C en H y operar en ambos casos en forma similar a la descrita anteriormente.

De la ecuación de Hagen-Poiseuille:

$$Q = \frac{\Delta P \pi D^4}{8 \mu L}$$

$$\frac{V}{t} = \frac{\Delta P \pi D^4}{8 \mu L}$$

$$\frac{V}{t} = \frac{\rho g h \pi D^4}{8 \mu L}$$

$$\frac{\mu}{\rho t} = \frac{g h \pi D^4}{8 V L}$$

$$\frac{\mu}{\rho t} = A$$

$$\frac{\mu}{\rho} = A t$$

$$\nu = A t$$

Pero corrigiéndola debido a que no llega a establecerse una distribución normal de velocidades al desplazarse el fluido.

$$\nu = A t - B \cdot t$$

Donde:

- Q. Gasto en el conducto (cm^3/seg).
- ΔP . Caída de presión en el conducto (Dinas/cm^2).
- D. Diámetro del conducto (cm).
- μ . Viscosidad absoluta del fluido (Poise).
- L. Longitud del conducto (cm).
- V. Volumen de fluido (cm^3).
- t. Tiempo de escurrimiento por el orificio (segundos).
- ρ . Densidad del fluido (g/cm^3).
- g. Aceleración de la gravedad (cm/seg^2).
- h. Altura del orificio (cm).
- ν . Viscosidad cinemática (Stokes).
- A. Constante del aparato.

Los valores de A y B se dan en la tabla III.2:

TABLA III.2

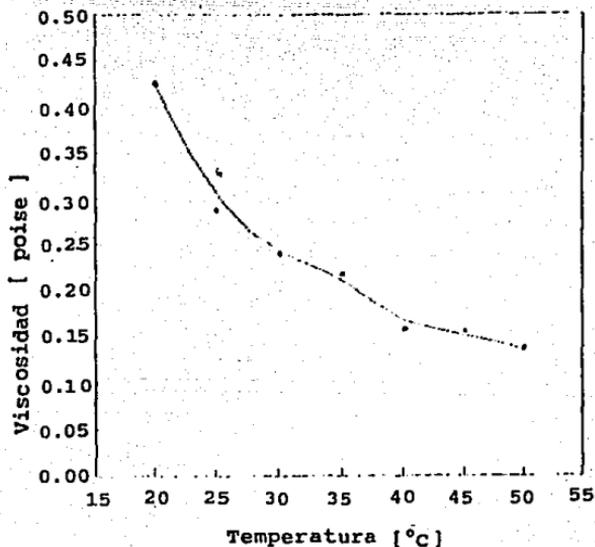
Viscosímetro	Rango de tiempo de flujo	Constantes	
		A	B
SAYBOLT UNIVERSAL	32 s - 100 s	0.00226	1.95
	más de 100 s	0.00220	1.35
SAYBOLT FUROL	25 s - 40 s	0.02240	1.84
	más de 40 s	0.02160	0.80

Anotar los resultados como sigue:

Los valores de la densidad del crudo se toman de la práctica del peso específico a diferentes temperaturas.

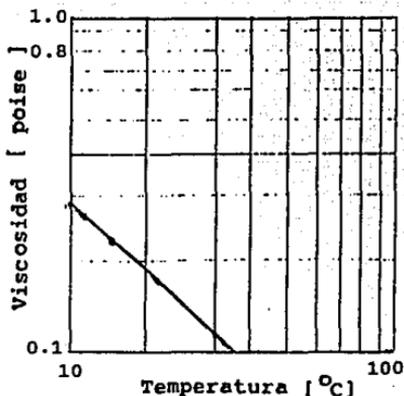
Temperatura T [°C]	Tiempo t [Seg]	Visc. Cinem. ν [Stokes]	Densidad ρ [g/cc]	Visc. abs. $\mu = \nu \rho$ [poise]
20	232.0	0.47944	0.887	0.4252
25	160.0	0.32475	0.885	0.2874
30	136.0	0.27236	0.881	0.2399
35	125.0	0.24610	0.877	0.2175
40	100.0	0.19200	0.873	0.1576
45	94.0	0.17825	0.870	0.1550
50	85.0	0.15732	0.866	0.1362

Realizar una gráfica de temperatura vs. viscosidad absoluta.



Gráfica III.1

También se realiza una gráfica log-log. como la siguiente:



APLICACIONES

Determinar la proporción en que se deben mezclar dos lubricantes de diferente viscosidad para obtener uno de viscosidad intermedia.

La viscosidad es una variable importante para el diseño de las instalaciones de bombeo y de las líneas de conducción del aceite crudo.

En los fluidos usados en operaciones de fracturamiento que son a base de aceites refinados se requiere que la viscosidad se encuentre en un rango de 50 a 300 cp a 100°F.

MATERIAL

- 1 Un viscosímetro Saybolt universal.
- 2 Dos termómetros de 110 °C.
- 3 Un matraz Saybolt de 60 ml.
- 4 Un soporte universal.
- 5 Unas pinzas para bureta.
- 6 Una varilla de madera.
- 7 Un cronómetro.
- 8 Una probeta de 50 ml.
- 9 Un limpiatubos.
- 10 Agua potable.
- 11 Una muestra de petróleo crudo.
- 12 Un vaso de precipitado de 250 ml.

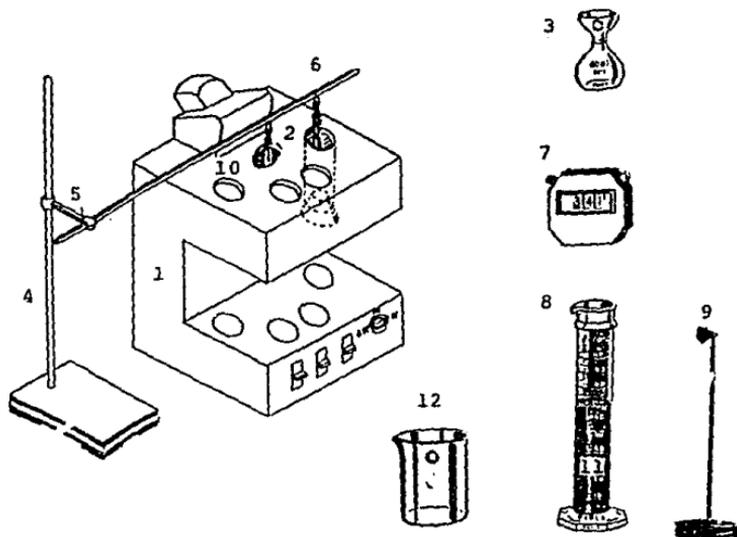


Figura III.2

III. 3 DESTILACION ENGLER

Objetivo. Realizar en forma adecuada y con las bases teóricas la destilación de un aceite crudo, obteniendo cuantificadamente los productos: gasolina, queroseno, diesel o gasoil y lubricantes.

I N T R O D U C C I O N

La destilación es el proceso que permite separar a una misma presión, por medio de temperatura, los componentes de una mezcla homogénea de líquidos cuyos puntos de ebullición son diferentes.

El petróleo se calienta gradualmente, al hervir la mezcla primeramente se forman vapores de los componentes que tienen bajo punto de ebullición y sucesivamente los de mayor punto de ebullición.

El calentamiento se lleva a cabo en un rango de temperaturas y los vapores que se desprenden son condensados en un sistema de enfriamiento; en este método los componentes más volátiles arrastran a los menos volátiles, quedando al final un residuo de la destilación.

La suma de los volúmenes de los productos destilados debe ser del orden del 87% del volumen original de la muestra del crudo utilizado en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería.

Condiciones de rendimiento para las gasolinas.

El 10% del destilado debe obtenerse antes de que la temperatura alcance 70°C , para permitir arranques en frío del motor.

El 50% del destilado debe completarse antes de 140°C, para una marcha normal del motor.

El punto final de la destilación después de 205°C y residuo menor de 2.5 % para evitar residuos de carbón en el motor.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Una caja para conservar calor.
- 2 Un tanque refrigerante.
- 3 Un matraz Engler de 125 ml.
- 4 Un termómetro de 400°C.
- 5 Un soporte universal con anillo.
- 6 Una placa de asbesto con orificio de 2 pg.
- 7 Un mechero de alta temperatura.
- 8 Dos tapones de corcho (uno mediano y uno pequeño).
- 9 Cuatro probetas de 50 ml.
- 10 Una probeta graduada de 100 ml.
- 11 Una bolsa de hielo.
- 12 Una muestra de petróleo crudo (100 ml).

En la Figura III.3 se presenta un esquema correspondiente al armado del equipo que se emplea en el laboratorio con su leyenda correspondiente, para identificar los componentes.

DESARROLLO

Limpiar el tubo del tanque refrigerante, primero con gasolina, después con agua y jabón y finalmente se procede a secarlo.

Medir en una probeta graduada 100 ml de petróleo crudo.

Colocar el petróleo crudo en el matraz para destilación.

Perforar un tapón de corcho grande de acuerdo al tamaño del diámetro del termómetro.

Perforar el tapón de corcho pequeño de acuerdo al diámetro del tubo lateral del matraz.

Meter el tapón de corcho grande en la parte superior del matraz de destilación.

Introducir el termómetro dentro del orificio del tapón grande de corcho.

La posición del termómetro debe ser al centro del cuello del matraz cuidando que el bulbo del termómetro quede a la altura del tubo lateral del matraz.

Fijar el anillo en el soporte a la altura del mechero.

En el anillo colocar la placa de asbesto y sobre ésta el matraz de destilación.

Meter el tapón de corcho pequeño en el tubo lateral del matraz de destilación.

Con el corcho pequeño unir el matraz y el tanque refrigerante.

Se utilizan los corchos como adaptadores y no deberán existir fugas de vapores durante la destilación.

En uno de los orificios de la caja, atravesar la manguera del mechero.

Probar que el mechero funcione adecuadamente, si el mecanismo regulador se gira a la derecha debe disminuir la flama y a la izquierda aumentará.

Llenar el tanque refrigerante con hielo.

Tapar los orificios de la puerta de la caja con estopa mojada para evitar fugas de calor.

Colocar la probeta en el tubo de salida del tanque refrigerante.

Medir y anotar la presión atmosférica.

Aplicar calor de manera uniforme de tal modo que la primera gota caiga entre los 5 y los 10 primeros minutos de calentamiento.

Cuando cae la primera gota, se anota la temperatura inicial de ebullición (punto inicial de evaporación).

Registrar cada 2 ml de destilado la temperatura correspondiente, hasta alcanzar los 400°C.

Si la temperatura no aumenta, girar a la izquierda el regulador del mechero, no debe haber descensos de temperatura.

Anotar los volúmenes totales obtenidos para cada uno de los intervalos de temperatura que a continuación se indican.

Gasolina: 0-200°C, probeta 1

Queroseno: 200-275°C, probeta 2

Diesel: 275-325°C, probeta 3

Lubricante: 325-400°C, probeta 4

A 200°C cambiar de probeta.

A 273°C retirar el hielo.

A 275°C cambiar nuevamente de probeta.

A 325°C efectuar el último cambio de probeta.

A 390°C dejar quemar con flama baja para que cristalice el asfalto contenido en el matraz.

La máxima temperatura observada en el termómetro, cuando el último vapor sale se toma como punto final de ebullición.

Preparar un líquido con propiedades parecidas al Thiner: 40 ml de Benceno, 60 ml de Tolueno y 10 ml de Cetona.

Limpiar con thiner y arena el matraz y el material utilizado.

Corregir cada temperatura registrada con la ecuación de Sidney Young:

$$^{\circ}T = 0.00012 (760-P)(273+T)$$

$$T_{corr} = T + ^{\circ}T$$

P. Presión atmosférica a que se realiza la prueba (mm de Hg).

T. Temperatura medida (°C).

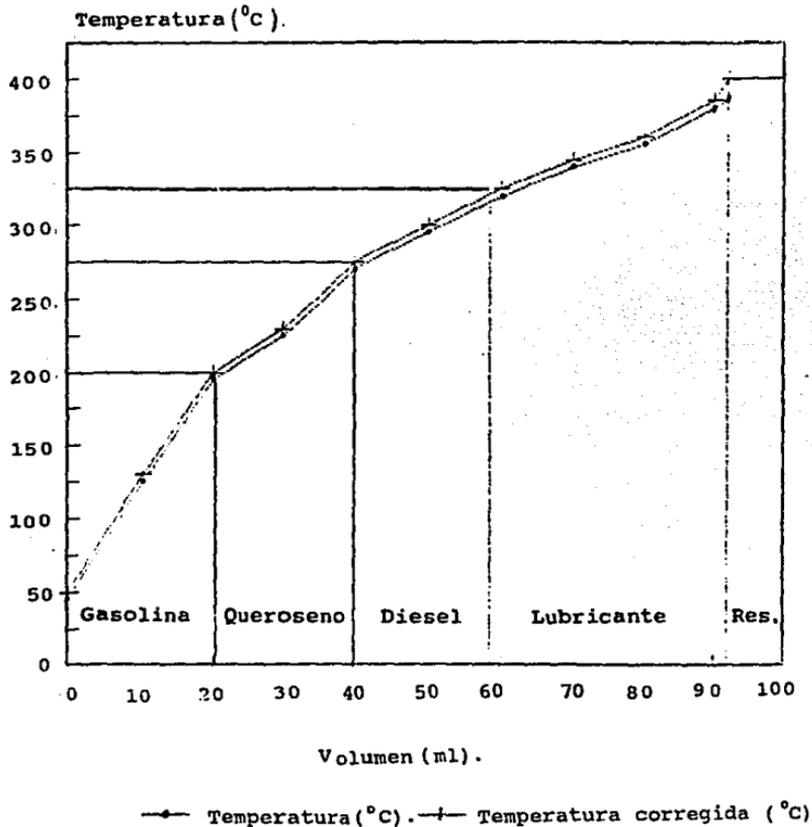
°T. Valor de corrección por temperatura (°C).

T_{corr}. Temperatura corregida (°C).

Construir una gráfica de Volumen vs. Temperatura corregida.
(ver Gráfica III.2)

DESTILACION

(Corrección por temperatura)



CLASIFICACION DEL PETROLEO CRUDO

Factor de caracterización K. (Kuop- K Unknown Oil Product).
 Sirve para saber el tipo de hidrocarburos predominantes que se obtienen en la destilación y estimar su calidad de uso.
 De la Gráfica III.2, calcular al área bajo la curva con la Ecuación de 1/3 de Simpson, según se anota.

$$\text{AREA} = (h/3) \times (V_i + 4 \times V_{\text{par}} + 2 \times V_{\text{impar}} + V_n)$$

Donde:

h. Intervalo entre los valores del eje x.

V. Valores del eje y.

V_i . Temperatura al volumen inicial.

V_{par} . Suma de temperaturas correspondientes a los volúmenes pares.

V_{impar} . Suma de temperaturas correspondientes a los volúmenes impares.

V_n . Temperatura correspondiente al volumen final.

Calcular la temperatura promedio de destilación dividiendo el área calculada entre 100 cm^3 , que es el volumen de muestra de crudo que se utiliza:

$$\bar{T} (\text{C}^\circ\text{C}) = \frac{\text{AREA} (\text{C}^\circ\text{C} \times \text{cm}^3)}{100 \text{ cm}^3}$$

$$\bar{T} (\text{C}^\circ\text{R}) = \bar{T} + 460$$

Calcular factor de caracterización K:

$$\text{Kuop} = \frac{\sqrt[3]{\bar{T} (\text{C}^\circ\text{R})}}{\rho_r}$$

Donde:

Kuop. Factor de caracterización K.

\bar{T} . Temperatura media de dest. (C^oR)

ρ_r . Densidad relativa del crudo a condiciones estándar (adim).

Rangos de clasificación de acuerdo al factor K.

$12.0 < K$ Parafínico normal (Saturados y de cadena abierta).

$11.1 \leq K \leq 12$ Olefínico.

$10.1 \leq K \leq 11$ Nafténico (Cíclico saturado).

$K \leq 10$ Aromático (Derivado del benceno).

A P L I C A C I O N E S

La práctica sirve para caracterizar un aceite crudo.

La destilación de aceite crudo en las plantas de refinación se aplica para obtener:

Gasolinas. Combustible en los motores de combustión interna.

Queroseno. Cerca del 80% se usa para producir la turbosina que se utiliza en la aviación.

Diesel (Gasóleo ligero). Se usa como combustible en tractores, locomotoras de ferrocarriles, generadores de vapor de los barcos, en hornos industriales, en motores diesel y camiones pesados.

Lubricantes. Para evitar el desgaste de piezas en contacto y en movimiento.

Residuo primario. Materia prima para las plantas de desintegración catalítica.

MATERIAL

- 1 Una caja para conservar calor.
- 2 Un tanque refrigerante.
- 3 Un matraz de destilación Engler de 125 ml.
- 4 Un termómetro de 400 °C.
- 5 Un soporte universal con anillo.
- 6 Una placa de asbesto con orificio de 5 cm.
- 7 Un mechero de alta temperatura.
- 8 Dos tapones de corcho (uno mediano y uno pequeño).
- 9 Una probeta graduada de 50 ml.
- 10 Una probeta graduada de 100 ml.
- 11 Una muestra de petróleo crudo.
- 12 Hielo.

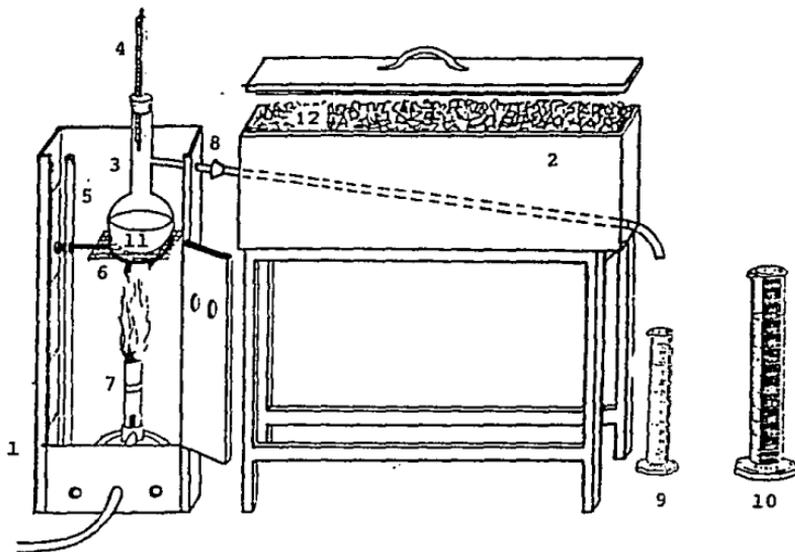


Figura III.3

III.4 DENSIDAD DE LOS DESTILADOS

Objetivo. Determinar la densidad de los destilados primarios mediante un picnómetro.

I N T R O D U C C I O N

La densidad se define como la relación de la cantidad de masa de una muestra entre el volumen que ocupa; sus dimensiones son M/L^3 , sus unidades son: kg/m^3 , lb/pe^3 , g/cm^3 , g/ml , kg/l .

Una muestra líquida que tiene una masa de 750 g y ocupa un volumen de 1000 cm^3 , tiene una densidad de 0.750 g/cm^3 .

El aceite crudo y sus destilados aumentan de volumen al ser calentados, mientras que su masa no varía, por lo que la densidad del aceite crudo y sus destilados disminuye al aumentar la temperatura.

La densidad debe ser reportada a una temperatura fija para poderse comparar.

Si una muestra se encuentra gasificada se debe eliminar el exceso de gas por agitación antes de realizar apropiadamente la medición, ya que el contenido de gas disminuye el valor de la densidad.

El método consiste en determinar, mediante pesadas, la masa de un volumen de aceite y la masa del mismo volumen de agua, a una temperatura de 20°C .

Como se utiliza agua destilada el valor de su densidad a 20°C es de 0.998223 g/cc .

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un picnómetro de 10 ml.
- 2 Una balanza analítica.
- 3 Un vidrio de reloj.
- 4 Un vaso de precipitado de 200 ml.
- 5 Agua destilada.
- 6 Una muestra de destilados (gasolina, queroseno, diesel y lubricante).

En la figura III.4 se ilustra el material a utilizar.

DESARROLLO

Calibrar la balanza.

Realizar cuatro pesadas.

W_1 : Pesar el picnómetro vacío.

W_2 : Llenar el picnómetro con agua destilada y pesarlo.

W_3 : Quitar aproximadamente un centímetro cúbico de agua al picnómetro y pesarlo.

W_4 : Al agua que quedó en el picnómetro agregarle destilado hasta su llenado y pesarlo nuevamente.

Para los siguientes productos, queroseno, diesel y lubricante, se realiza únicamente la última pesada.

Después de pesar cada producto el picnómetro se debe limpiar por dentro, con una estopa.

Si el picnómetro se moja exteriormente con cualquier destilado es necesario limpiarlo ya que se puede pegar al vidrio de reloj de la balanza.

Secar el picnómetro después de llenar o de vaciar total o parcialmente su contenido.

Calcular la densidad relativa con la siguiente fórmula:

$$\rho_r = \frac{\rho_{\text{destilado}}}{\rho_{\text{agua}}}$$

$$\rho_r = \frac{m_{\text{dest}} / V_{\text{dest}}}{m_{\text{agua}} / V_{\text{agua}}}$$

$$\rho_r = \frac{m_{\text{dest}} V_{\text{agua}}}{m_{\text{agua}} V_{\text{dest}}}$$

Como el volumen del picnómetro lleno de agua es igual al volumen del picnómetro lleno de muestra de destilado:

$$V_{\text{dest}} = V_{\text{agua}}$$

$$\rho_r = \frac{m_{\text{dest}}}{m_{\text{agua}}} \quad \rho_r = \frac{m_{\text{dest}} \text{ g}}{m_{\text{agua}} \text{ g}}$$

$$\rho_r = \frac{W_{\text{dest}}}{W_{\text{agua}}}$$

$$\rho_r = \frac{W_{\text{dest+pic+agua}} - W_{\text{pic casi lleno de agua}}}{W_{\text{pic lleno de agua}} - W_{\text{pic casi lleno de agua}}}$$

$\text{Densidad relativa} = \frac{W_1 - W_3}{W_2 - W_3}$
--

A P L I C A C I O N E S

Este método se puede utilizar en destilados que son líquidos a condiciones atmosféricas.

La densidad del destilado es un parámetro que se emplea para diseñar el sistema de transporte y su bombeo por tuberías.

MATERIAL

- 1 Un picnómetro.
- 2 Una balanza analítica.
- 3 Un vaso de precipitado de 200 ml.
- 4 Un vidrio de reloj.

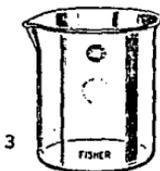
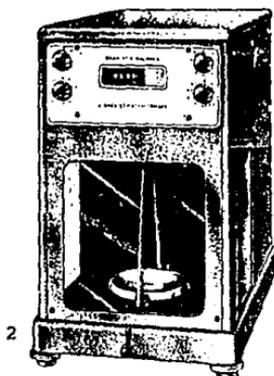


Figura III.4

III.5 PUNTO DE INFLAMACION E IGNICION

Objetivo. Determinar el punto de inflamación e ignición de un aceite crudo.

I N T R O D U C C I O N

El punto de inflamación es la temperatura mínima a la cual un aceite produce gases suficientes que se encienden y consumen instantáneamente si se exponen a una flama.

El punto de ignición es la temperatura mínima a la cual un aceite desprende gases suficientes que se encienden si se exponen a una flama y que además continúan quemándose durante un lapso.

El punto de inflamación de los aceites parafínicos es mayor de 180°C y en el de los aceites nafténicos de 130 a 220°C . También está relacionado con la viscosidad, ya que si ésta es baja, el punto de inflamación es bajo.

Este método consiste en calentar gradualmente una muestra de aceite colocada en una copa abierta mediante el paso por la superficie libre de una pequeña flama, para que los gases producidos, por efecto de la temperatura, se enciendan.

La copa de Cleveland se emplea para todos los productos del petróleo, excepto para los destilados pesados que hierven a más de 221°C (Combustóleos) y para aquellos que tengan punto de inflamación inferior a 80°C .

Una vez que la muestra alcanza su punto de inflamación su composición cambia, debido a que libera sus componentes más ligeros.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal con anillo.
- 2 Una copa de Cleveland.
- 3 Unas pinzas para bureta.
- 4 Un termómetro.
- 5 Un mechero Bunsen.
- 6 Un tubo de vidrio pequeño.
- 7 Una muestra de petróleo crudo.
- 8 Una manguera de neopreno.
- 9 Una línea de gas.

En la Figura III.5 se muestra el armado del material.

DESARROLLO

Llenar con petróleo crudo la copa hasta la marca interior.

Eliminar de burbujas de aire la superficie de la muestra.

Fijar el anillo en el soporte universal a la altura del mechero Bunsen.

Colocar la copa de Cleveland sobre un disco de asbesto para obtener incrementos de temperatura uniformes y ambos sobre el anillo.

Colocar las pinzas para bureta en el soporte universal.

Sostener el termómetro por la parte superior con las pinzas para bureta y sumergirlo en la muestra de aceite de manera que el bulbo quede a 0.5 cm aproximadamente del fondo de la copa.

Conectar un extremo de una manguera de neopreno a la línea de gas y en el otro el tubo pequeño de vidrio.

Regular la flama del tubo pequeño con la válvula de la línea de gas a un diámetro de 3 a 4 mm.

El mechero Bunsen ya encendido, se coloca abajo de la copa de Cleveland.

Calentar la copa a 5°C /minuto, aproximadamente.

Cuando la muestra tenga una temperatura de 150°C , se calienta a razón de 2°C /minuto.

Pasar la flama cada 2°C a través del centro de la copa en forma diametral y paralela a la superficie libre del aceite en un segundo hasta el primer flamazo.

El primer flamazo sera el punto de inflamación, debiéndose anotar la temperatura a la que se presenta.

Seguir calentando y aplicar la flama hasta que la muestra arda mínimo 5 segundos, anotar la temperatura en ese momento, pues constituirá el punto de ignición.

Agregar 5°C a las temperaturas por corrección barométrica.

Realizar 3 mediciones y obtener su promedio.

A P L I C A C I O N E S

Conocer la temperatura de inflamación permite minimizar riesgos en el manejo de fluidos inflamables como:

En tuberías que transportan aceite (fugas accidentales, descargas, etc).

En tanques de almacenamiento de aceite crudo.

En fluidos de control base aceite.

En transporte de crudos por carrostanque, buquestanque, etc.

A los aceites lubricantes para motor se les realiza esta prueba y el punto de inflamación debe ser mayor de 200°C para que funcionen mejor los mecanismos donde se usa.

MATERIAL

- 1 Una copa de Cleveland.
- 2 Un soporte universal.
- 3 Unas pinzas para bureta.
- 4 Un termómetro.
- 5 Un mechero bunsen.
- 6 Un tubo de vidrio pequeño.
- 7 Una muestra de petróleo crudo.
- 8 Una manguera de neopreno.
- 9 Una línea de gas.

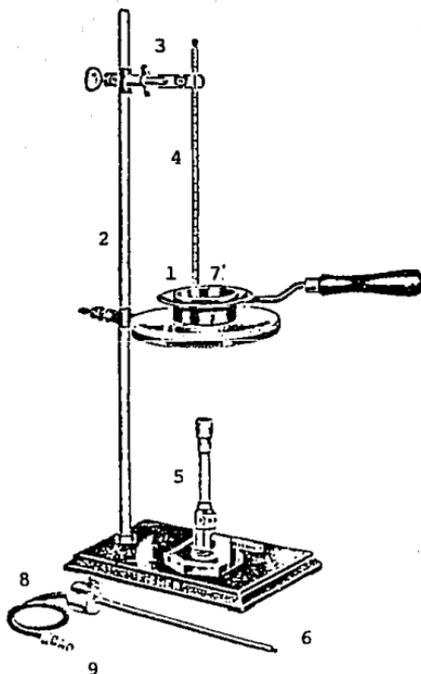


Figura III.5

III.6 COEFICIENTE DE DILATACION

Objetivo. Obtener el coeficiente de dilatación de un aceite utilizando un densímetro para medir su densidad a diferentes temperaturas.

I N T R O D U C C I O N

La dilatación es el aumento de volumen que experimenta un cuerpo al incrementarse su temperatura.

En esta práctica se calculará el coeficiente de dilatación cubica del aceite, que se define como: el aumento que experimenta un volumen unitario de aceite al incrementar su temperatura en un grado centigrado.

El coeficiente de dilatación de los líquidos es mayor que el de los sólidos. Por ejemplo:

Líquidos	Sólidos
Alcohol 1220×10^{-6}	Acero 10×10^{-6}
Mercurio 182×10^{-6}	Hierro 35.1×10^{-6}
Glicerina 505×10^{-6}	

El método consiste en medir la densidad del aceite con el densímetro a diferentes temperaturas.

Este método cubre la determinación en aceites crudos, productos de petróleo o mezclas de éstos con otros productos que son líquidos normalmente y que tienen una presión de vapor Reid menor a 26 lb/pg^2 .

La siguiente fórmula indica la disminución de la densidad del aceite crudo al aumentar la temperatura.

$$\rho_f = \frac{\rho_i}{(1 + \alpha \Delta T)}$$

Donde:

ρ_i . Densidad a la temperatura ambiente.

ρ_f . Densidad medida a una temperatura T_f mayor que la ambiente.

α . Coeficiente de dilatación cúbica.

ΔT . Cambio de temperatura ($T_f - T_i$).

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Un densímetro.
- 3 Una parrilla eléctrica.
- 4 Un termómetro.
- 5 Dos vasos de precipitado de 600 ml.
- 6 Una probeta de 100 ml.
- 7 Un recipiente.
- 8 Una muestra de petróleo crudo.
- 9 Agua potable.

En la Figura III.6 se muestra el armado del material.

DESARROLLO

Llenar el recipiente con agua potable.

Llenar la probeta con petróleo, hasta una altura aproximada de 5 cm abajo del borde de la misma.

Sumergir con cuidado el densímetro en el crudo y dejar que flote libremente.

Con un pedazo de papel eliminar las burbujas de aire pegadas al densímetro. éste no debe tocar el fondo, ni las paredes de la probeta.

Introducir la probeta con aceite en el recipiente con agua.

Colocar el vaso con su contenido sobre la parrilla.

Para hacer la lectura de densidad deben coincidir las superficies del líquido y la graduación del densímetro.

Dejar el termómetro unos 10 segundos para que se estabilice.

Anotar la temperatura en el momento de la prueba.

Sin encender la parrilla, a la temperatura ambiente (T_i) medir su densidad (ρ_i) y anotarla.

Realizar las mediciones de la densidad del crudo

incrementando la temperatura desde 20°C hasta 50°C, cada 5°C.

Obtener el coeficiente de dilatación cúbica para cada uno de los intervalos de temperatura seleccionados.

$$\alpha_i = \frac{\rho_i - \rho_i}{\rho_i \times (T_f - T_i)}$$

Donde:

ρ_i . Densidad a la temperatura ambiente.

ρ_f . Densidad medida a una temperatura mayor de la ambiente.

T_f . Temperatura de medición de la densidad final del intervalo (°C).

T_i . Temperatura ambiente (°C).

Con la siguiente fórmula calcular el coeficiente de dilatación cúbica promedio del aceite crudo:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$$

RESULTADOS

$T(^{\circ}C)$	ρ (g/cc)	α
20	0.897	-----
25	0.892	0.00066889
30	0.889	0.00066889
35	0.887	0.00066889
40	0.885	0.00066889
45	0.882	0.00066889
50	0.879	0.00066889

$$\bar{\alpha} = 0.00066889$$

A P L I C A C I O N E S

Obtener la densidad del aceite crudo a otras temperaturas superiores a la ambiente.

Esta prueba se puede utilizar para obtener el coeficiente de dilatación del mercurio.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Un termómetro.
- 4 Una probeta de 100 ml.
- 5 Un vaso de precipitado de 600 ml.
- 6 Una parrilla eléctrica.
- 7 Un densímetro.
- 8 Una muestra de petróleo crudo.
- 9 Agua potable.

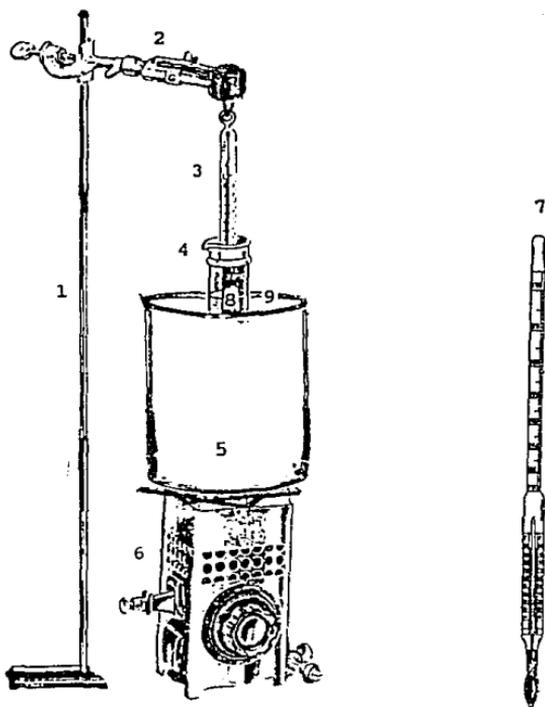


Figura III.6

III.7 PUNTO DE ANILINA

Objetivo. Determinar el punto de anilina en destilados de aceites crudos.

I N T R O D U C C I O N

El punto de anilina es la mínima temperatura de equilibrio a la cual son miscibles volúmenes iguales de anilina y de la muestra del destilado.

El punto de anilina suele correlacionarse con el contenido de aromáticos, mientras más baja es la temperatura, más aromática es la muestra.

La temperatura del punto de anilina que se obtiene está arriba del punto de fusión de la anilina, que es la temperatura a la que la anilina cristaliza y abajo del punto de ebullición de la mezcla de la anilina con la muestra.

Se puede determinar también el punto de anilina, para otros productos del petróleo como gasolina, queroseno, solventes, etc.

El método consiste en colocar volúmenes iguales de anilina y de muestra, en un tubo de ensaye, los que se mezclan mecánicamente; la mezcla se calienta a determinada velocidad hasta que las dos fases se hacen miscibles, entonces se enfría a una velocidad determinada y la temperatura a la cual se separan las dos fases, se anota como punto de anilina.

El material de laboratorio utilizado, la anilina y la muestra deben estar secos ya que la humedad afecta la prueba.

La anilina pura y seca debe ser incolora para poder usaria en la prueba, en cuanto empiece a colorearse se debe redestilar, pues indica que se oxida a nitrobenzeno ($C_6H_5NH_2$).

A mayor peso molecular de la muestra de hidrocarburos, mayor será la temperatura del punto de anilina, como es el caso de los aceites parafínicos.

Se presentan las siguientes definiciones para comprender una de las aplicaciones del punto de anilina:

Indice de Diesel

Es un número empírico para determinar la aptitud de combustión, depende del punto de anilina y de los grados API de la muestra, mientras más alto es el índice, mejor es la combustibilidad.

La forma de calcularlo es:

$$\text{Indice de Diesel} = \frac{\text{Punto de Anilina (}^{\circ}\text{F)} \times \text{CAPI a 15.5}^{\circ}\text{C}}{100}$$

Indice de Cetano

Es un número empírico que mide el poder antidetonante (aptitud de ignición) de un combustible diesel, numéricamente es igual al contenido porcentual en volumen de cetano (hexadecano $C_{16}H_{34}$) en su mezcla con α -metil naftaleno.

El hexadecano $C_{16}H_{34}$ tiene IC = 100 y el α -metil naftaleno IC = 0.

Los hidrocarburos de cadena abierta sin ramificaciones tienen un índice de cetano cercano a 100 y los ramificados tienen un índice aproximado de 20.

Con el índice de diesel se obtiene de la Gráfica III.3 el índice de cetano.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Unos tubos de ensaye concéntricos con un agitador helicoidal.
- 4 Un termómetro de 110°C .
- 5 Un vaso de precipitado de 2000 ml.
- 6 Dos Telas de alambre.
- 7 Una parrilla eléctrica.
- 8 Una probeta de 10 ml.

La Figura III.7 muestra el armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Agua potable (H_2O)	2000 ml
b) Anilina ($\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$)	5 ml
c) Una muestra de destilado	5 ml

DESARROLLO

Colocar la parrilla cerca del soporte.

Llenar el vaso con agua potable y colocarlo sobre la parrilla.

Fijar las pinzas para bureta en el soporte universal.

Sostener en el soporte universal los tubos concéntricos con las pinzas para bureta, sin presionarlos.

Introducir los tubos concéntricos dentro del agua contenida en el vaso de precipitado.

Introducir el termómetro dentro del agitador helicoidal que debe estar colocado en el tubo interior de los dos tubos concéntricos.

Colocar 5 ml de la gasolina destilada en el tubo interior.

Agregar 3 ml de anilina y agitar.

Se enciende la parrilla para incrementar la temperatura.

Agitar continuamente con el agitador helicoidal la mezcla, donde se observará turbidez y se continuará agitando hasta que la turbidez desaparezca.

Cuando sea una mezcla homogénea agregar 1 ml de anilina y volver a agitar.

Esperar a que se incremente la temperatura.

Cuando sea una mezcla homogénea agregar otro mililitro de anilina.

Cuando la mezcla sea homogénea la temperatura que registre corresponderá al punto de anilina.

Lavar el tubo especial y repetir la secuela posteriormente con los destilados de diesel y queroseno.

A P L I C A C I O N E S

La temperatura a la cual se hace homogénea la mezcla indicará el origen predominante del destilado, según se indica:

Parafínico $T > 70^{\circ}\text{C}$

Nafténico $30 \leq T \leq 35^{\circ}\text{C}$

Bencénico $-15 \leq T \leq 15^{\circ}\text{C}$

Prevenir las incrustaciones en la tubería de producción por depositación de la parafina de un aceite.

Detectar el contenido de aromáticos de la muestra de hidrocarburos.

Analizar el poder disolvente y las características de combustión de las gasolinas y del diesel.

MATERIAL

- 1 Un soporte universal.
- 2 Unas pinzas para bureta.
- 3 Unos tubos de ensaye concéntricos con agitador helicoidal.
- 4 Un termómetro de 110°C .
- 5 Un vaso de precipitado de 2000 ml.
- 6 Dos telas de alambre.
- 7 Una parrilla eléctrica.
- 8 Una probeta de 10 ml.

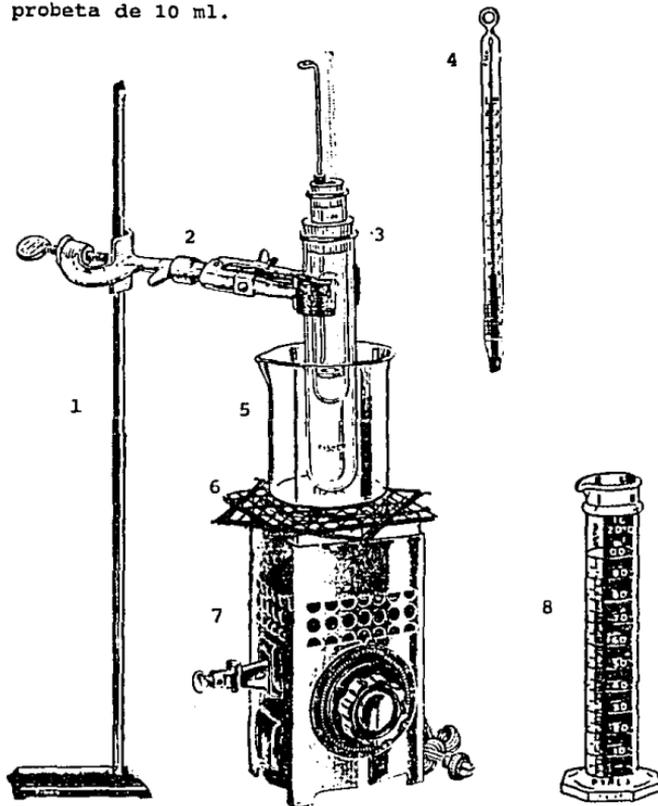
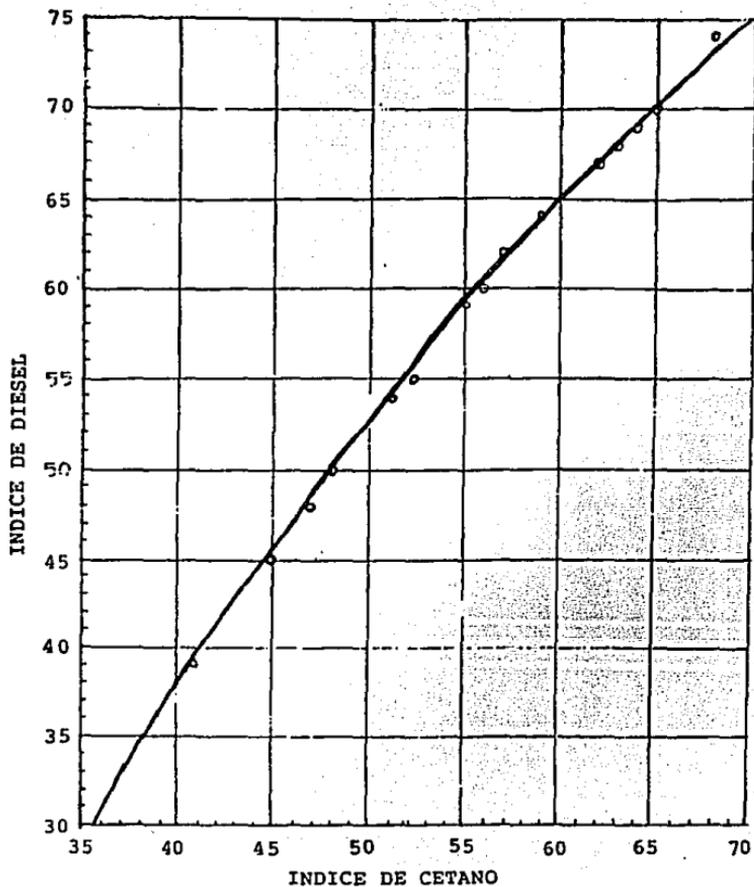


Figura III.7



GRAFICA III.3 Curva experimental de correspondencia entre el índice de diesel y el índice de cetano (Bravo y Pulido).

III. 8 DETERMINACION DE AGUA Y SEDIMENTOS

Objetivo. Determinar el contenido de agua y sedimentos de una muestra de aceite.

I N T R O D U C C I O N

Algunas veces el aceite se produce con un contenido de agua y sedimentos en suspensión, el porcentaje de agua es generalmente determinado de la siguiente manera: la muestra de aceite crudo se mezcla proporcionalmente con un diluyente y se somete a centrifugación, que consiste de una decantación acelerada por la aplicación de una fuerza centrífuga.

Se separa la mezcla (sólido en líquido), basado en el principio de la acción que ejerce la fuerza centrífuga sobre los cuerpos, formándose un precipitado con las partículas más pesadas.

La separación de la emulsión depende del diluyente usado, ya que éste reduce la viscosidad del aceite e influye en las relaciones de tensión entre el agua y el aceite.

El diluyente destruye los agentes emulsivos de los asfaltenos, la fuerza centrífuga desarrollada por el equipo también tiene efecto desemulsificante; este procedimiento es eficaz para separar impurezas de muestras de aceite producido.

Cuando la muestra contiene un alto porcentaje de agua de fácil asentamiento, hay que agitar la muestra para hacerla representativa ya que las gotas de agua más grandes tienden a asentarse aún al estar vaciando la muestra.

El agua y sedimentos siendo más pesados que el aceite, son depositados en distintas capas en el tubo California, los sedimentos se encontrarán en el fondo, encima una capa de agua clara y arriba de ésta, la mezcla de diluyente con aceite.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Dos tubos California de 100 ml.
- 2 Dos tapones de plástico.
- 3 Una máquina centrífuga.
- 4 Un equipo de baño María.
- 5 Unos accesorios para centrífuga.

En la Figura III.8 se muestra el armado del material, además de una leyenda para identificar sus componentes.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

a) Una muestra de aceite crudo	50 ml
b) Benceno (C_6H_6)	50 ml
c) Desemulsificante tretolite	2 ml
d) Agua destilada (H_2O)	100 ml

DESARROLLO

Agitar vigorosamente la botella de muestra de aceite crudo. Colocar en un tubo California, el aceite hasta la marca de 50 ml y adicionar el benceno hasta la marca de los 100 ml. Agregar 3 gotas del desemulsificante. Tapar el tubo California con el tapón de plástico y agitarlo manualmente, hasta lograr homogeneidad en la mezcla. Destapar el tubo y sumergirlo en posición vertical, en un baño María a $50^{\circ}C$, durante 10 minutos.

Sacarlo del baflo, taparlo de nuevo e invertirlo momentánea y cuidadosamente para asegurarse de que el aceite y el benceno se mezclen uniformemente.

Colocar el tubo California con la mezcla en un portatubos y meterlo a la máquina centrífuga.

Llenar el otro tubo california con agua destilada, taparlo, colocarlo dentro del portatubos e introducirlo a la centrífuga en posición diametralmente opuesta a la del que contiene la muestra.

Centrifugar durante 15 minutos a 1250 rpm, velocidad que debe alcanzarse en un tiempo de 2 minutos.

Calcular el contenido de agua como por ciento en volumen multiplicando por 2 la lectura del volumen centrifugado de agua.

Calcular el contenido de sedimentos como por ciento en volumen multiplicando también por 2 la lectura, en mililitros, del volumen centrifugado de sedimentos.

La determinación se debe repetir en otra muestra para obtener y reportar su promedio.

A P L I C A C I O N E S

El contenido de agua en un aceite puede obedecer a una conificación de agua, a una mala cementación de tuberías de revestimiento o a una interdigitación de agua en la zona de aceite.

Evitar el flujo de aceite y agua ya que incrementa la viscosidad de la mezcla y se disminuye la capacidad de transporte en tuberías de descarga.

En los proyectos de inyección de agua, para verificar el desplazamiento del aceite por el agua, al comparar el pH y el análisis del agua producida con el aceite con los correspondientes del agua inyectada

En equipos eléctricos (transformadores y turbogeneradores) se usan aceites como aislantes, la centrifugación separa los residuos carbonosos en suspensión los que así pueden reutilizarse.

Conocer el contenido de sedimentos, ayuda a tomar medidas para evitar desgaste en tuberías de producción, tuberías de descarga y equipos superficiales.

Prevenir la acción de ácidos que reaccionan con la presencia de agua.

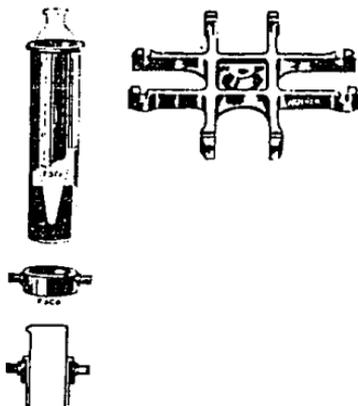
MATERIAL

- 1 Una máquina centrífuga.
- 2 Accesorios de la máquina centrífuga.
- 3 Dos tubos California de 100 ml.
- 4 Dos tapones de plástico.
- 5 Un equipo de baño María.

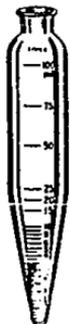
1



2



3



4



Figura III.8

III. 9 DETERMINACION DE AGUA POR DESTILACION

Objetivo. Determinar el contenido de agua de materiales bituminosos, por destilación con un solvente volátil y miscible en agua.

I N T R O D U C C I O N

La muestra de aceite mezclada con una sustancia miscible en agua se calienta bajo reflujo, a cierta temperatura el solvente y el agua se volatilizan simultáneamente y suben juntos en forma de vapor.

El solvente y el agua condensados, se separan por diferencia de densidades en una trampa, el agua se asienta en la sección graduada de la misma, y el solvente regresa al matraz de destilación.

La separación en columnas de destilación se logra aprovechando las diferencias de volatilidad.

El procedimiento consiste en calentar la mezcla compuesta de petróleo crudo que contiene agua y del benceno que se agrega abundantemente; los componentes ligeros se evaporan y al llegar al refrigerante se condensan cayendo al fondo de la trampa. El agua que tiene mayor densidad se va al fondo, el benceno queda arriba y como se agregó en abundancia rebasa el volumen de la trampa y regresa al matraz de destilación.

La condensación de los vapores se efectúa a diferentes temperaturas, los hidrocarburos más volátiles se condensan a menor temperatura que los menos volátiles.

El residuo de la destilación del petróleo crudo comúnmente se somete a una nueva destilación al alto vacío, para separar sus componentes volátiles, si bien esta operación no forma parte de la práctica se consigna el proceso que en la industria se realiza.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un matraz redondo de fondo plano de 500 ml.
- 2 Una trampa de destilación graduada de 10 ml.
- 3 Un refrigerante recto.
- 4 Una parrilla eléctrica.
- 5 Un mechero Bunsen.
- 6 Unas perlas de vidrio.

En la figura III.9 se presenta el armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

- | | |
|---|--------|
| a) Una muestra del aceite crudo que contiene agua | 100 ml |
| b) Benceno (C_6H_6) | 100 ml |

DESARROLLO

Agitar el recipiente donde se encuentre la muestra para que el agua se emulsione con el aceite.

Medir en la probeta, 100 ml de muestra y vaciarla totalmente al matraz redondo de fondo plano.

Enjuagar la probeta con 4 porciones de 25 ml de benceno y vaciarlos en el matraz.

Agregar perlas de vidrio al matraz para regular la ebullición.

Armar el aparato y unir las juntas esmeriladas.

El tubo interior del refrigerante y la trampa deben estar limpios para asegurar el libre escurrimiento del agua hasta el fondo de la trampa.

Conectar la manguera al refrigerante y abrir la llave de agua.

Aplicar calor al matraz, ajustar la ebullición con el reflujó de 2 a 5 gotas por segundo.

Continuar la destilación hasta que no se vea agua en ninguna parte del aparato excepto en la trampa.

Si hay un anillo de agua en el refrigerante, aumentar la velocidad de destilación o cerrar la llave del agua unos minutos.

Una vez que se encuentra destilada toda el agua, suspender el calentamiento y permitir que todo el aparato se enfrie a la temperatura ambiente.

Leer el volumen de agua en la trampa.

Reportar el agua en la muestra, como por ciento en volumen con la siguiente fórmula:

$$\text{Agua \% en vol.} = \frac{\text{Vol. de agua en la trampa}}{\text{Vol. de muestra}} \times 100$$

A P L I C A C I O N E S

Determinar la cantidad de agua para una variedad de materiales bituminosos.

Esta prueba se puede aplicar en lubricantes contaminados con agua.

Las mezclas aceite y agua aumentan la viscosidad y provocan problemas de transporte.

MATERIAL

- 1 Un matraz redondo de fondo plano de 500 ml.
- 2 Una trampa de destilación graduada de 10 ml.
- 3 Un refrigerante recto.
- 4 Una parrilla eléctrica.
- 5 Un mechero bunsen.
- 6 Unas perlas de vidrio.

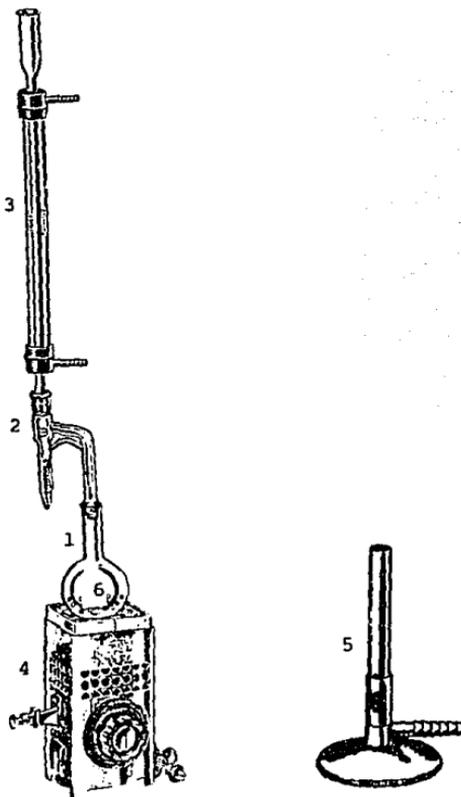


Figura III.9

III. 10 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SAL

Objetivo. Determinar el contenido de sal en un aceite crudo.

I N T R O D U C C I O N

El petróleo crudo contiene generalmente cantidades de sal, hasta un máximo de 0.1 % en peso, están presentes como gotas de salmuera concentrada, generalmente con algunos cristales de sal libre; incluso después de un tratamiento de ruptura de emulsión puede subsistir un contenido de sal apreciable.

La sal es perjudicial porque causa la corrosión del equipo de acero, en particular en operaciones de refinación. También puede incrustarse en la superficie de los tubos evaporadores debido a la recristalización. Por tales razones es deseable reducir el contenido de sal del petróleo crudo a no más de 0.014 Kg /m³.

Los cloruros de magnesio se hidrolizan cuando se calientan para dar cloruro de hidrógeno, éste se disuelve en el agua presente y causa la corrosión rápidamente; en los condensadores ocurre en el punto en el que el vapor se convierte en agua.

Para separar la sal del aceite por medio de la centrifugación, es muy importante obtener una muestra representativa.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Dos tubos de centrifugación.
- 2 Dos tapones de hule.
- 3 Una parrilla eléctrica.

- 4 Una pipeta.
- 5 Una máquina centrífuga con sus accesorios.
- 6 Un soporte universal.
- 7 Unas pinzas para bureta.
- 8 Una bureta graduada de 50 ml.
- 9 Un matraz Erlenmeyer de 300 ml.

En la figura III.10 se presenta una ilustración del armado del material.

SUSTANCIAS UTILIZADAS

1 Una muestra de aceite que contiene agua	25 ml
2 Acido nítrico (HNO_3)	3 ml
3 Solución valorada de nitrato de plata (AgNO_3)	50 ml
4 Indicador fenolftaleína	3 ml
5 Benceno (C_6H_6)	70 ml
6 Etanol al 95 % ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	45 ml
7 Propanona ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)	30 ml
8 Agua destilada (H_2O)	40 ml

D E S A R R O L L O

Agitar la muestra 5 minutos.

En un tubo de centrifugación colocar 25 ml del aceite crudo.

Agregar 25 ml de mezcla desaladora.

Agitar vigorosamente y agregar 40 ml de agua destilada hirviendo.

Colocar la mezcla en una centrífuga.

Centrifugar durante 10 minutos a 1200 rpm.

Extraer con la pipeta 20 ml del agua del tubo de centrifugación.

Agregar 3 gotas de ácido nítrico diluido y 3 gotas del indicador fenolftaleína.

Titular con la solución valorada de nitrato de plata hasta que el color vire a rosa permanente.

Calcular el contenido de sal en el aceite crudo así:

$$1b \text{ NaCl}/1000 \text{ Bl} = \text{ml de AgNO}_3 \times N \text{ de AgNO}_3 \times 2049$$

OTRO PROCEDIMIENTO

Medir 1 ml de muestra de agua centrifugada.

Colocar la muestra en el matraz Erlenmeyer.

Diluir hasta 20 ml y agregar 0.5 ml de indicador cromato de potasio.

Titular con la solución valorada de nitrato de plata hasta que el color vire a rosa permanente.

La salinidad del agua se calcula así:

$$\text{ppm de NaCl} = \text{ml de nitrato} \times N \text{ del Nitrato} \times 58.5 \times 1000$$

MEZCLA DESALADORA

Mezclar 70 ml de Benceno con 45 ml de etanol al 95 % y 30 ml de propanona.

A P L I C A C I O N E S

Conocer si un determinado aceite crudo está dentro de los rangos establecidos de contenido de sal.

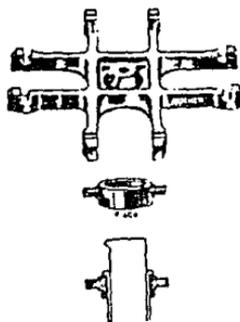
MATERIAL

- 1 Una máquina centrífuga.
- 2 Accesorios de la máquina centrífuga.
- 3 Dos tubos California de 100 ml.
- 4 Dos tapones de plástico.
- 5 Un equipo de baño María.
- 6 Una parrilla eléctrica.

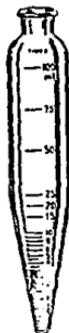
1



2



3



4



5



6

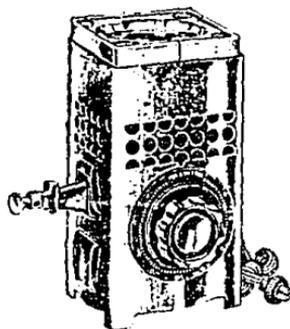


Figura III.8

III. 11 GOMAS Y OXIDADOS

Objetivo. Determinar el residuo no volátil de las gasolinas.

I N T R O D U C C I O N

Las gomas y oxidados son polimeros pesados o resinas que se forman en productos ligeros del petróleo crudo cuando quedan expuestos al calor o al oxígeno durante el almacenamiento. Es decir son un residuo no volátil formado por moléculas grandes y pesadas de hidrocarburos, que tienen oxígeno y que difícilmente se quemán en el motor.

Los hidrocarburos cíclicos con dos dobles enlaces (diolefinas cíclicas) son los iniciadores de la oxidación formadora de gomas a temperaturas ordinarias; cuando se extraen estas pero se aumenta la temperatura, se reanuda la formación de gomas a partir de las monoolefinas cíclicas, las que disminuyen el octanaje de las gasolinas.

En las gasolinas de cracking térmico el contenido de goma es mayor porque los polimeros pesados después de afectarlos la temperatura son de masa molecular alta.

La gasolina de cracking térmico, sin tratarse, al almacenarse durante largo tiempo y en contacto con el aire y metales, da lugar a una oxidación lenta.

Se especifican 5 mg/100 ml de gomas para motores modernos de alta compresión y carburadores avanzados, ya que por experimentos, a valores menores que éste, el motor queda limpio de depósitos para cualquier temperatura. Las gomas solubles tienen una masa molecular alrededor de 200 y las insolubles entre 200 y 250 g/mol.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Una cápsula constituida de cobre electrolítico y de forma semiesférica de 8 cm de diámetro y 125 ml de capacidad.
- 2 Una estufa.
- 3 Una balanza analítica.
- 4 Un vidrio de reloj.
- 5 Un desecador.
- 6 Una probeta de 50 ml.

En la figura III.11 se presenta el armado del material antes señalado.

SUSTANCIAS

- 1 Una muestra de gasolina 50 ml

D E S A R R O L L O

Medir 50 ml de muestra en una probeta graduada.

Lavar la cápsula con líquido para limpiar metales.

Secarla a una temperatura de 100 a 105°C para evitar la humedad.

Pesar la cápsula y su valor será P_0 .

Colocarle 50 ml de gasolina y evaporar a sequedad en baño María durante 30 minutos a 100-105°C y luego pasarla al desecador por espacio de 15 minutos.

Pesar la cápsula con el residuo y su valor será P_1 .

Obtener la cantidad de gomas y oxidados así:

$$\text{Gomas y oxidados} = 2(P_1 - P_0) \text{ (mg/100 cm}^3\text{)}$$

A P L I C A C I O N E S

Evitar la formación de niebla en la gasolina y la precipitación de sólidos finos.

Una menor diferencia entre los valores $P_1 - P_0$ indica mayor calidad de la gasolina.

MATERIAL

- 1 Una cápsula semiesférica de cobre 125 cc.
- 2 Una estufa.
- 3 Una balanza analítica.
- 4 Un vidrio de reloj.
- 5 Un desecador.
- 6 Una muestra de gasolina.
- 7 Una probeta de 50 ml.

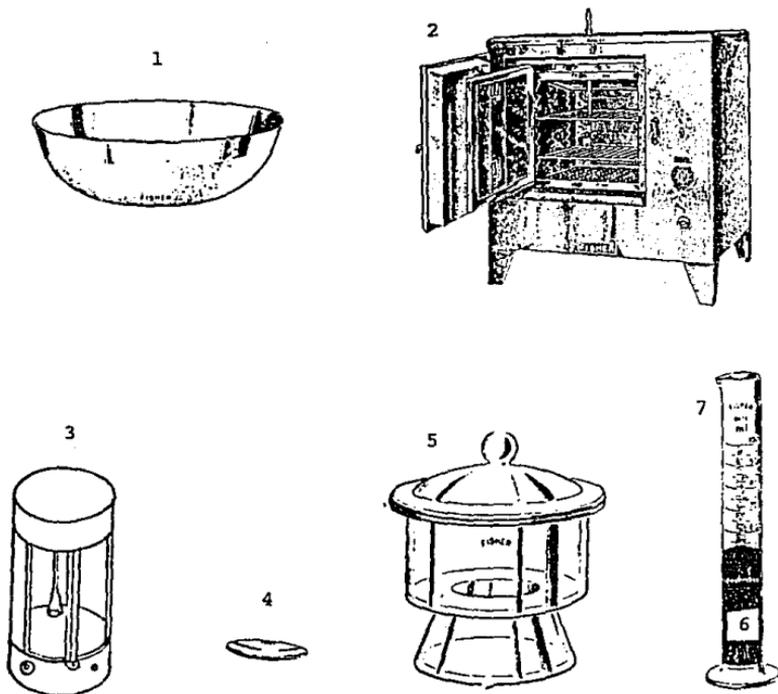


Figura III.11

III. 12 INDICE DE VISCOSIDAD

Objetivo. Aplicar lo aprendido en la determinación de la viscosidad de un petróleo crudo, para obtener el índice de viscosidad de un lubricante.

I N T R O D U C C I O N

El índice de viscosidad es un número empírico que mide la variación de la viscosidad cinemática de un producto del petróleo con respecto a la temperatura.

Al disminuir la temperatura de un producto del aceite, su viscosidad se incrementa, en caso contrario, al aumentar la temperatura, disminuye su viscosidad.

Mientras más alto es el índice, menor es la variación del cuerpo del aceite con la temperatura y el producto es de mayor calidad. Los aceites parafínicos tienen índices de viscosidad altos, los nafténicos índices bajos y los de base mixta intermedios.

Los lubricantes muy viscosos aumentan la dificultad de arranque en un motor, los pocos viscosos proporcionan una pobre lubricación y gran consumo.

Los aceites con alto índice de viscosidad dan un arranque fácil en tiempo frío, lubrican bien a altas temperaturas y pueden cubrir varios grados de clasificación de viscosidad (aceites multigrado, WD).

Los cambios de viscosidad de los productos del aceite crudo con la temperatura y presión, tienen importancia en lubricación, en transmisión de calor entre superficies, etc.

El método para determinar el índice de viscosidad consiste en medir el tiempo de escurrimiento del lubricante a 40 y 100°C en un viscosímetro Saybolt.

Los valores de viscosidad cinemática son determinados con referencia al valor de 1.0038 cSt a 20°C para el agua destilada.

El índice de viscosidad no está definido y no debe ser reportado para aceites de viscosidad cinemática menores de 2 cSt a 100°C.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un viscosímetro Saybolt universal.
 - 2 Dos termómetros de 110 °C.
 - 3 Un matraz Saybolt de 60 ml.
 - 4 Un soporte universal.
 - 5 Unas pinzas para bureta.
 - 6 Una varilla de madera.
 - 7 Un cronómetro.
 - 8 Una probeta de 100 ml.
 - 9 Un limpiatubos.
 - 10 Diesel.
 - 11 Una muestra de lubricante.
- En la figura III.12 se ilustra el armado del material.

DESARROLLO

Llenar el tanque del viscosímetro Saybolt con diesel que es el medio de calentamiento, ya que el agua evapora a los 80°C y el diesel no.

Cuidar que el diesel no caiga en el tubo orificio.

En la probeta colocar el lubricante.

Seleccionar el tubo orificio, los gruesos serán para aceites pesados y los delgados para aceites ligeros.

Lavar con gasolina el tubo orificio que se va a utilizar con ayuda de un limpiatubos.

Secar el tubo orificio.

Colocar el tapón en el orificio inferior del tubo a utilizar.

Llenar el tubo orificio con lubricante.

Fijar las pinzas en el soporte a una altura de 8 cm arriba del viscosímetro.

Sujetar horizontalmente la varilla de madera con las pinzas para bureta.

Sostener los termómetros en la varilla de madera.

Colocar los termómetros, uno en el diesel y otro en el lubricante. Encender el viscosímetro.

Colocar el matraz Saybolt abajo del tubo orificio con lubricante.

Cuando el termómetro que está en el diesel, marque 40°C , apagar el aparato, esperar a que el termómetro que está en el lubricante llegue a 38°C .

Retirar el tapón del orificio inferior y medir el tiempo que tarda el lubricante en llegar hasta el aforo del matraz.

Cuando se realice lo anterior, encender el viscosímetro, llenar otra vez el tubo orificio con lubricante.

Colocar el matraz abajo del tubo orificio.

Cuando el termómetro en el diesel marque 100°C , apagar el viscosímetro y esperar a que el lubricante llegue a 98°C .

Quitar el tapón, medir el tiempo de llenado hasta el aforo del matraz.

Realizar un registro de tiempos de aforo:

T diesel [$^{\circ}\text{C}$]	T lubr. [$^{\circ}\text{C}$]	tiempo de escurrimiento [segundos]
40	38	U
100	98	V

Calcular el índice de viscosidad con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Viscosidad} = \frac{L - U}{L - H} \times 100$$

Donde:

- H. High. Viscosidad cinemática en cSt a 40°C de un aceite de I. V. = 0 que tiene la misma viscosidad a 100°C que la del aceite cuyo I. V. se desea calcular.
- L. Low. Viscosidad cinemática en cSt a 40°C de un aceite de I. V. = 100 que tiene la misma viscosidad a 100°C que la del aceite cuyo I. V. se desea calcular.
- U. Unknown. Es el tiempo de escurrimiento a 40°C, con éste se obtiene la viscosidad cinemática en cSt a 40°C.
- V. Unknown. Es el tiempo de escurrimiento a 100°C, con éste se obtiene la viscosidad cinemática en cSt a 40°C.
- Los valores de L y H se calculan con las siguientes fórmulas:

$$L = 0.216 U^2 + 12.07 U - 721.2$$

$$H = 0.0408 V^2 + 12.588 V - 475.4$$

A P L I C A C I O N E S

Clasificar el aceite lubricante para observar la variación con respecto a la temperatura de uso:

- 0 ≤ IV ≤ 60 Nafténico.
60 ≤ IV ≤ 90 Mixto.
90 < IV Parafínico.

MATERIAL

- 1 Un viscosímetro Saybolt universal.
- 2 Dos termómetros de 110 °C.
- 3 Un matraz Saybolt de 60 ml.
- 4 Un soporte universal.
- 5 Unas pinzas para bureta.
- 6 Una varilla de madera.
- 7 Un cronómetro.
- 8 Una probeta de 50 ml.
- 9 Un limpiatubos.
- 10 Diesel.
- 11 Una muestra de lubricante.
- 12 Un vaso de precipitado de 250 ml.

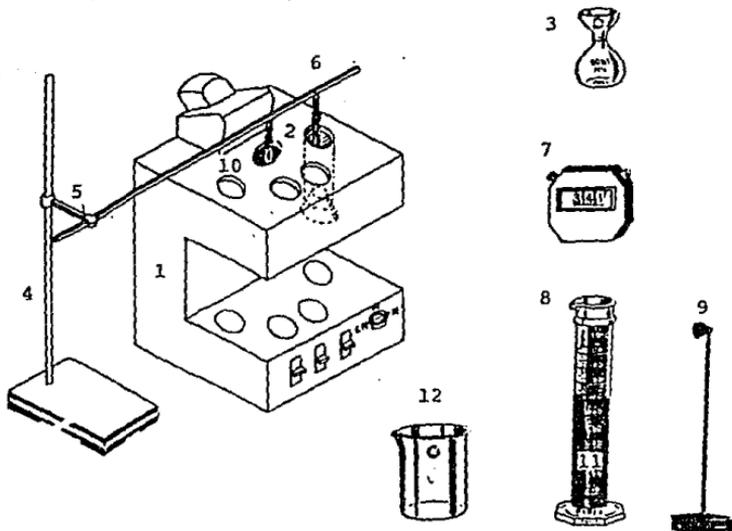


Figura III.12

III. 13 PUNTO DE ESCURRIMIENTO

Objetivo. Determinar el punto de escurrimiento de un lubricante.

I N T R O D U C C I O N

El punto de escurrimiento es la temperatura mínima a la cual un aceite se vuelve tan viscoso que deja de fluir.

Los aceites lubricante, sometidos a condiciones de bajas temperaturas, deben tener puntos de escurrimiento adecuados para conservarse en estado líquido, como es el caso en los motores para arranques en frío.

Esta temperatura es muy útil en lubricación ya que se utiliza un producto del petróleo para estas funciones, los nafténicos son apropiados para usos en condiciones de bajas temperaturas pero se evaporan con mayor facilidad que los parafínicos.

Los aceites parafínicos tienen un punto de escurrimiento alto, los nafténicos un valor bajo y los de base mixta valores intermedios entre los anteriores.

A medida que disminuye la temperatura a que está sometido el lubricante, aumenta su viscosidad.

El método para determinar el punto de escurrimiento consiste en colocar una muestra de aceite en un tubo de ensaye para someterlo a refrigeración, el aceite comienza a congelarse y en el momento que ya no fluya se anota su temperatura.

MATERIAL NECESARIO

- 1 Un vaso de precipitado de 600 ml.
- 2 Un tubo de ensaye.
- 3 Un termómetro de 110°C .
- 4 Una muestra de lubricante.
- 5 Una bolsa de hielo.
- 6 Una bolsa de sal.

En la Figura III.13 se muestra la distribución de los materiales.

DESARROLLO

En el vaso de 600 ml colocar capas alternadas de poco espesor de hielo y sal, hasta llenar el vaso.

Llenar el tubo de ensaye hasta la mitad con lubricante.

Introducir el tubo de ensaye con lubricante en el vaso con hielo.

Colocar el termómetro en el tubo con lubricante.

Girar en ambos sentidos el vaso, durante algunos segundos para que sea rápido el enfriamiento.

Extraer el tubo de ensaye del vaso, inclinarlo para observar si escurre el lubricante.

Cuando ya no fluya el lubricante, se anota su temperatura.

Esta temperatura es la del punto de escurrimiento.

Realizar como mínimo 3 pruebas para obtener su promedio.

APLICACIONES

Esta prueba se realiza a cualquier lubricante líquido y también a la turbosina que es un combustible usado en los aviones, cuyo valor del punto de escurrimiento debe ser menor de -10°C .

MATERIAL

- 1 Un vaso de precipitado de 600 ml.
- 2 Un tubo de ensaye.
- 3 Un termómetro de 110 °C.
- 4 Una muestra de lubricante (destilado).
- 5 Hielo.
- 6 Sal.

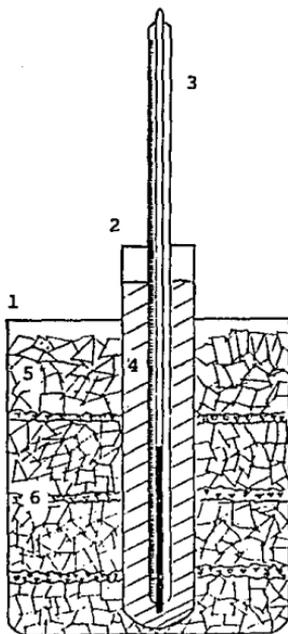


Figura III.13

GLOSARIO DE TERMINOS

Aceite sintético. Aceite producido por síntesis mediante extracción o refinación, resisten temperaturas entre -40 a 300°C y pueden ser sometidos a una presión máxima de 10000 lb/pg^2 . ejemplos: Metilmetacrilato, polialfaolefinas, propenos de doble enlace.

Acido debil. Sustancias que se disocian en iones en un grado limitado cuando están en soluciones acuosas.

Acido fuerte. Sustancias que se disocian por completo, o casi por completo, en solución acuosa.

Adsorción. Adhesión de moléculas gaseosas, líquidas o sólidas a la superficie de cuerpos sólidos.

Agente enmascarante. Sustancia que en una titulación impide la reacción interferente de una o varias sustancias ajenas convirtiendo a éstas últimas en complejos solubles.

Alíciclico. Una clase de compuestos orgánicos que contiene átomos de carbono e hidrógeno unidos de tal manera que se forman uno o más anillos.

Alifáticos. Cualquier compuesto orgánico de hidrógeno y carbono caracterizado por una cadena de átomos de este último elemento; los tres subgrupos de estos compuestos son los alcanos, los alquenos (olefinas) y los alquinos.

Anilina. Es un derivado del Benceno (Bencilamina) da un indicio de predominancia de algunos hidrocarburos.

API (American Petroleum Institute). Instituto Americano del Petróleo.

ASTM (American Society for Testing and Materials). Sociedad americana para materiales y pruebas.

Atomo. La partícula más pequeña de un elemento que conserva todas las propiedades del mismo y que puede participar en una combinación química.

Bario. Elemento de color blanco amarillento, se oxida fácilmente, su masa molecular es de 137.34 g/mol, punto de fusión de 725°C y su densidad de 3.51 g/cc. Es un alcalinotérreo que se presenta en la naturaleza como Baritina (BaSO_4) y Witherita (BaCO_3).

Benceno. Es un líquido volátil, incoloro e inflamable, hidrocarburo aromático que se obtiene por destilación de la hulla, con punto de ebullición de 80.1°C y el de fusión de 5.5°C.

Calcio. Como elemento es un metal blando, de color blanco plata, se deslustra rápidamente al aire, reacciona violentamente con agua, su masa molecular es de 40 g/mol, se funde a 839°C y su densidad es de 1.54 g/cc.

Centipoise. Unidad de la viscosidad dinámica. Centésima parte de un poise.

Centistokes. Unidad de viscosidad cinemática (también como mm^2/seg). Centésima parte de stoke.

Combustión. Oxidación rápida que va acompañada de la generación de calor y a menudo de luz.

Combustóleo (Fuel Oil). Destilado pesado que hierve a más de 221°C que frecuentemente se usa para combustible de buques o de plantas eléctricas.

Combustibles Diesel (Diesel Fuels). Combustibles livianos, con rango de ebullición 190-343°C de ciertas especificaciones de claridad, combustibilidad, fluidez y volatilidad.

Compuesto. Sustancia que consta de dos o más sustancias más simples, unidas en proporciones definidas y adoptando propiedades distintas a las de las sustancias que lo componen.

Coque. Es una mezcla de polímeros de alto peso molecular deficitarios en hidrógeno y de carbono.

Corrosión. Destrucción lenta de materiales por sustancias con las cuales reaccionan químicamente.

Daño. Es la alteración negativa de las propiedades de flujo de los conductos porosos, fracturas en la vecindad del pozo, las perforaciones de los disparos y del yacimiento mismo, varía desde una pequeña pérdida de permeabilidad hasta el bloqueo total de las zonas productoras.

Decantación. Permite la separación de una mezcla sólido y líquido dejando sedimentar el sólido en el fondo del recipiente y separando el líquido.

Desalación. Proceso para remover la salmuera del petróleo crudo (generalmente un sistema electrolítico de precipitación) antes de la destilación primaria.

Destilación. Separación de una sustancia al vaporizar los compuestos volátiles deseados y luego condensarlos para hacerlos pasar al estado líquido.

Destilación ASTM. Prueba de norma en laboratorios para determinar la temperatura de los vapores de cima de una muestra de 100 cm³ de aceite.

Se destila a razón de 5 cm³/minuto, las temperaturas del destilado que se recoge, se anotan a intervalos regulares; el volumen del destilado se expresa en porciento del volumen de la muestra original.

Destilación fraccionada. Proceso de separación de varios líquidos disueltos aprovechando sus diferentes temperaturas de ebullición.

Dioxano. Líquido incoloro de punto de ebullición 100°C miscible completamente. Es relativamente inerte frente a muchos reactivos, se utiliza con agua para incrementar la solubilidad de los compuestos orgánicos.

Ecuación química. Lenguaje simbólico utilizado para describir una reacción química, indicando el número de átomos y moléculas de los reactivos y las cantidades proporcionales de los productos que se derivan de la reacción.

Electrón. Partícula elemental infinitesimal que tiene una carga negativa y existe independientemente o como componentes de átomos fuera de su núcleo.

Elemento. Sustancia primaria que no se puede descomponer en otras más simples por métodos químicos comunes, sustancias de la que todos sus átomos poseen el mismo número atómico.

Emulsión. Líquido constituido por dos sustancias no miscibles, una de la cuales se halla dispersa en la otra en forma de gotas pequeñísimas. Dispersión coloidal de un líquido en otro.

Eriocromo negro T. Es un agente quelante para facilitar la detección del punto final de una reacción compleja, su composición consiste de una sal sódica del ácido Sodio 1 (1 hidroxil, 2 naftilazo), 4 sulfonato, 2 naftol, 5 nitro.

Fenolftaleína. Es una sustancia orgánica de carácter ácido muy débil, en estado no disociado es incolora, cuando se hace actuar con un hidróxido alcalino forma una sal, que se ioniza fuertemente, encontrándose en la solución suficiente concentración de los iones coloridos para que pueda ser percibida su coloración roja.

Fricción. Cuando dos superficies están en contacto y en movimiento, las partes altas y prominentes de ambas superficies se entrelazan y se quiebran ocurriendo un desgaste que depende de la cantidad de carga o peso que se aplique.

Función química. Conjunto de características que definen las propiedades físicas y químicas de una sustancia permitiendo agruparlas o clasificarlas.

Furol (Fuel and Road oils). Combustibles y lubricantes para vehículos.

Gasolina. Mezcla de hidrocarburos de bajo punto de ebullición que contiene isómeros del C_5 al C_8 , que pertenecen a los hidrocarburos de cadena abierta normal, debido a su gran tendencia a la detonación y como se utiliza en motores de alta compresión, se reforma para tener una menor tendencia a la detonación, que se hace agregando sustancias de alto poder antidetonante.

La cualidad antidetonante aumenta a medida que se obtienen hidrocarburos de más baja masa molecular ramificados o arborescentes.

Gravimetría. Proceso en el cual la determinación de una sustancia, se efectúa mediante la separación de un compuesto insoluble, usando exceso de un reactivo cuya concentración no es preciso conocer con exactitud.

Índice de octano. Número empírico que mide el poder antidetonante de una gasolina.

Las gasolinas están formadas por iso-octanos y heptanos.

El iso-octano (2,2,4 Trimetil pentano, C_8H_{18}) que es de muy baja tendencia a detonar se le asignó un I.O. = 100, se considera buena gasolina.

El n-Heptano (C_7H_{16}) que detona fácilmente se le asignó un I.O. = 0, se considera mala gasolina.

Se determina en un motor tipo CFR (Cooperative Fuel Research) comparando las características detonantes de la muestra de gasolina con diferentes porcentajes de mezclas de iso-octano y heptano, cuando las detonaciones son similares a la de la muestra de gasolina, el porcentaje de iso-octano se asigna como el número de octano.

La formación de peróxidos disminuye el índice de octano, por lo que se le agrega tetraetilo de plomo $Pb(C_2H_5)_4$, para evitarlos en la combustión.

Indicador. Es un compuesto sintético o natural que posee un color característico, cambia de color cuando forma otro compuesto de acuerdo con la sustancia que se le agregue. Entre las sustancias indicadoras se encuentran: el Azul de Timol, el Anaranjado de Metilo, el Tornasol, la Fenolftaleína y el amarillo de alizarina R.

El papel tornasol azul en contacto con un ácido, cambia a color rojo. El papel tornasol rojo en contacto con una base cambia a color azul. Así el indicador rojo de metilo es rojo a un pH de 3, violeta encarnado a uno de 4, anaranjado a uno de 5 y amarillo a otro de 6.

Inhibidor. Sustancia que retarda una reacción química.

Ion. Átomo o grupo de átomos cargados positiva o negativamente por ganancia o pérdida de electrones.

IUPAC. Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.

Líquido. Retiene el volúmen cuando una muestra es transferida de un recipiente a otro, pero la forma se ajusta al recipiente que lo contenga, son muy difíciles de comprimir.

Lodo disperso. Lodo que contiene sólidos menores de 60 micrones.

Lubricación. Es el proceso que consiste en proporcionar una película suave o resbaladiza que separa dos piezas en movimiento para permitirles que se muevan soportando una carga deslizante sobre una película que reduce la fricción.

Malla. Es un cedazo que permite el paso de partículas de un determinado diámetro, se representa por un valor entero con signo, donde el positivo significa que quedan en el cedazo y el negativo que lo atraviesan. Por Ejemplo, una malla 300 permite el paso de partículas de 43 micrones, una malla 200 de partículas de 75 micrones.

Mezcla homogénea. Es una solución de dos o más sustancias en que sólo hay una fase presente, es decir no hay separación apreciable de partes en forma visible.

Mezcla heterogénea. Se pueden observar superficies bien definidas que muestran que existe cierto grado de separación.

Molécula. Partícula formada de átomos que representa la cantidad más pequeña de un cuerpo que puede existir en estado libre.

Murexide. Sal de amonio del ácido purpúrico, es un indicador importante, que en un medio alcalino forma complejos coloridos con diversos iones metálicos, entre los que encontramos el calcio con el que forma un complejo de color rosa o violeta azulado, a un pH de 12.

Parafina. Hidrocarburo de alto punto de ebullición y de cadena recta o ramificada, sólidos a temperatura ambiente, cuyos punto de ebullición son de 105 a 155 °C.

Petroquímica. Estudia los derivados del petróleo y sus aplicaciones industriales.

Poise. Es la medida de la viscosidad absoluta en el sistema Internacional. Fuerza de una Dina requerida para mover un cm^2 de liquido en un segundo. Es equivalente a 1 g/cm.s sus dimensiones son M/LT (1 Poise = 242 lb/ pie.h).

Pollmero. Un alqueno se denomina monómero, cuando en él se rompen sus dobles ligaduras entre los carbonos para formar enlaces sencillos con los carbonos de otros monómeros en los que también se han roto sus dobles ligaduras.

Presión de vapor. Es la presión que ejercen las moléculas del liquido que han pasado a la fase gaseosa contra las moléculas que se encuentran en la fase líquida.

Presión de vapor reid. Es la presión de vapor de una gasolina a 100°F, es importante para determinar las características de ignición de combustibles para motores, así como para la seguridad de transporte y almacenamiento y para conocer la tendencia a la formación de vapores en sistemas de gasolina.

Punto de cedencia. Es la fuerza mínima requerida para iniciar el flujo en un fluido plástico Bigham. Da una indicación de las fuerzas de atracción entre sólidos.

Punto de ebullición. Es la temperatura a la cual la presión de vapor del liquido es igual a la presión atmosférica.

Punto de fusión. Es la temperatura a la cual un sólido pasa al estado liquido.

Quelante. Es una molécula o ion que tiene más de un par de electrones libres para compartirlo con un ion metálico.

Queroseno. Destilado mediano de escala de ebullición 177-260 °C.

Química. Estudio de las propiedades de la materia, los cambios que ocurren en la composición de la misma y la energía.

Química analítica. Tiene como fin la identificación, separación y determinación cuantitativa de la composición de las diferentes sustancias.

Reacción química. Transformación de sustancias de una forma a otra con la absorción o liberación de energía.

Refinería. Conjunto de instalaciones que se utilizan para separar el aceite crudo en forma líquida.

Reología. Ciencia que se ocupa de las deformaciones de las materias elásticas o fluidas. Las deformaciones pueden ser permanentes o plásticas y se deben a las variaciones de presión, temperatura u otros factores.

Solución reguladora. Es una solución que contiene tanto un ácido como una base conjugada con la propiedad de que el pH queda casi invariable por la adición de otro ácido o una base o un disolvente.

Solución estándar. Es una solución de concentración conocida.

SUS (Saybolt universal Seconds). Segundos Saybolt Universal.

Temperatura de ebullición. Ver Punto de ebullición.

Temperatura de escurrimiento. Temperatura mínima a la cual escurre o fluye un lubricante.

Tetrolite. Aditivo para emulsiones, separa fases.

Tolueno. Es un líquido incoloro, también llamado metilbenceno, hidrocarburo aromático, tiene olor característico, pero diferente al benceno, se puede obtener como subproducto en la destilación del alquitrán de hulla.

Trietanolamina. Compuesto que enmascara al fierro y manganeso, se utiliza para titular calcio y níquel.

Turbosinas (Jet fuel). Destilados livianos a medianos, casi todos tienen fracciones cuyas escalas de ebullición caen dentro de las de la gasolina y el queroseno (71-232°C) y cumplen ciertas especificaciones de combustibilidad y de punto de congelación, etc. Se utiliza como combustible para aviones a chorro.

Viscosidad. Resistencia que opone un fluido al escurrimiento. Es la relación entre la tensión cortante a que ha sido sometido el fluido y la variación de la velocidad con respecto al espesor (velocidad de deformación tangencial).

Volatilidad. Es una propiedad relacionada con la presión de vapor de un compuesto, a mayor presión de vapor, mayor volatilidad. Se considera gasolina con alta volatilidad cuando su I. V. es mayor de 100. Un aceite crudo con alta porción de hidrocarburos que tienen temperaturas de ebullición muy bajas, se considera muy volátil, los de viscosidad baja tienen alta volatilidad.

APENDICE A

MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Laboratorio de Química debe ser un lugar seguro para trabajar; el grado de seguridad depende de las precauciones para evitar accidentes. Antes de efectuar cualquier operación hay que pensar en las consecuencias previsibles y tomar los cuidados adecuados. Se deben observar las siguientes reglas básicas:

- 1 Leer en las etiquetas de los frascos que contienen las sustancias y reactivos, las indicaciones de uso y precauciones, antes de abrirlos y manejarlos.
- 2 No encender el mechero sin haberse previamente asegurado de que en la proximidad no se encuentren sustancias inflamables o explosivas.
- 3 Utilizar la campana extractora de aire al llevar a cabo reacciones en las que se desprendan gases tóxicos o irritantes.
- 4 No olfatear en forma directa las reacciones o sustancias. Para conocer su olor formar una corriente de aire con la mano sobre el recipiente que contiene la sustancia o reacción y oler con precaución los vapores.
- 5 Usar guantes y/o espátula para manipular las sustancias, si no se está seguro de que son inofensivas.
- 6 No probar el sabor de las sustancias químicas.
- 7 Las sustancias inflamables y las probetas graduadas no se deben calentar.
- 8 Utilizar la pera de hule para succionar ácidos.
- 9 En caso de incendio apagar los mecheros, desconectar los aparatos eléctricos, retirar las sustancias inflamables y extinguir el fuego.
- 10 Usar bata, lentes de seguridad y guantes dentro del laboratorio.

- 11 Al disolver un ácido en agua, depositar el ácido lenta y cuidadosamente y no añadir agua al ácido.
- 12 Al calentar una solución en un tubo de ensaye, en el que se efectúa una reacción química, no dirigir el tubo hacia usted o persona alguna, pues una rápida formación de vapores puede proyectar hacia afuera el contenido.
- 13 Abstenerse de fumar y de ingerir alimentos o bebidas.
- 14 Leer la información en relación con el experimento antes de iniciarlo. Tener presente cualquier recomendación y analizar las instrucciones.
- 15 Realizar los experimentos autorizados.
- 16 Mantener la atención en las actividades y cerciorarse de que lo hacen los demás.
- 17 Conocer el manejo de extintores y la ubicación de salidas de emergencia.
- 18 Tirar los remanentes de reactivos utilizados, sin regresarlos a los envases originales y cerciorarse que pueden desecharse en el drenaje.
- 19 Los desechos que no sean muy solubles en agua no tirarlos en el vertedero del laboratorio.
- 20 Al manipular sustancias químicas, introducir en los envases originales objetos que estén limpios y secos.
- 21 Enfriar, durante un intervalo adecuado, el material que haya sido calentado.
- 22 Al ejercer presión sobre una pieza de vidrio, pensar en cuál será el resultado si ésta se rompiera, debido a que es frágil.
- 23 Conservar limpios el material, los aparatos y la mesa de trabajo. Limpiar inmediatamente cualquier derrame.
- 24 Antes de abandonar el laboratorio, asegúrese de que las llaves de agua y gas estén cerradas.
- 25 Si una persona está mareada, debe inmediatamente sentarse.

LIMPIEZA

- 1 Para manchas en las manos que no desaparecen, preparar mezclas a base de sulfito sódico o tiosulfato sódico.
- 2 Para manchas grasosas, usar petróleo diáfano o gasolina, después de estos lavados, lavarse otra vez con jabón y agua.
- 3 Para manchas en la ropa, tratarse con una solución de amoníaco o solución de bicarbonato.
- 4 El polvo, la grasa y los depósitos procedentes de los humos del laboratorio son las principales materias que se depositan sobre las superficies de vidrio y aparatos existentes. Lo adecuado es guardar el material en gavetas y tapar los matraces, vasijas y probetas de cuello estrecho con tiras de papel.
- 5 Al terminar la práctica, limpiar la mesa y aparatos, evitando la humedad en el laboratorio.

EN CASO DE ACCIDENTE

- 1 Quemaduras con ácidos. Lavarse con abundante agua la zona afectada y solicitar solución de bicarbonato de sodio para aplicarlo en la zona afectada. Si el ácido cae en los ojos, lavarse con bastante agua y recurrir al servicio médico.
- 2 Quemaduras con una base. Lavarse con abundante agua y solicitar ácido bórico y aplicarlo en la zona afectada. Si la base cae en los ojos, lavarse con bastante agua y recurrir al servicio médico.
- 3 Quemadura con sodio o potasio. Aplicar aceite o grasa en la zona afectada y recurrir al servicio médico.
- 4 Quemaduras producidas por objetos calientes o llamas. Lavar la zona afectada con agua fría ya que calma el dolor, en casos graves recurrir al médico.
- 5 Cortadas e intoxicaciones. Recurrir de inmediato al servicio médico.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

- 1 El piso debe ser impermeable y que las estanterías presenten características incombustibles y antiestáticas.
- 2 Si se tiene iluminación artificial, la instalación debe ser antiexplosiva.
- 3 La ventilación debe ser natural y ha de circular por ventanas con tejido antifiama.
- 4 Conocer la localización de los extintores, su manejo y además, verificar que sean apropiados en calidad y cantidad.
- 5 Asegurar la evacuación de personas.
- 6 Proveer las instalaciones de detección y extinción de incendios.

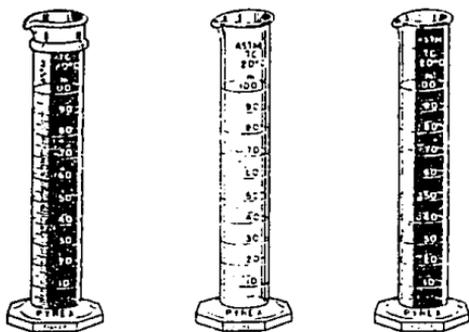
APENDICE B

MATERIAL DEL LABORATORIO DE QUIMICA

Instrumentos y equipos que se usan con frecuencia en el laboratorio, se requiere utilizar el material con el mayor cuidado posible y mantenerlo limpio.

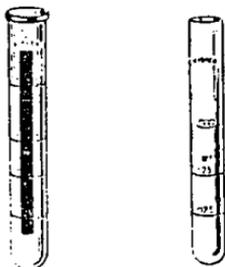
Probetas

Son tubos de cristal cilíndricos con pie de apoyo en el extremo cerrado y una graduación en la cara lateral; son útiles para medidas aproximadas de volúmenes de líquidos, se fabrican en diversas capacidades; las hay también sin graduación.



Tubos de ensaye

Tubo de cristal, cerrado por uno de sus extremos con fondo esférico que se emplea para análisis químico por ejemplo, para precipitar productos de reacción química entre pequeñas cantidades de sustancias; hay variedad de tamaños y algunos están provistos de graduación.



Vaso de precipitado

Es un vaso de cristal resistente a temperaturas menores de 250 °C, con un vertedor en forma de pico.

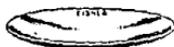
Se usan para preparar y contener soluciones, mezclas y compuestos, para calentar sustancias y efectuar reacciones químicas.

Las precipitaciones se efectúan comúnmente en ellos y el reactivo precipitante se agrega lentamente, mientras se agita la solución debidamente diluida. Pueden ser sometidos a calor sobre una tela de alambre con centro de asbesto.



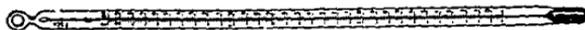
Vidrio de reloj

Casquete esférico de cristal delgado y resistente, se utiliza principalmente para cubrir los vasos de precipitado, evitando que se le introduzcan impurezas durante el análisis.



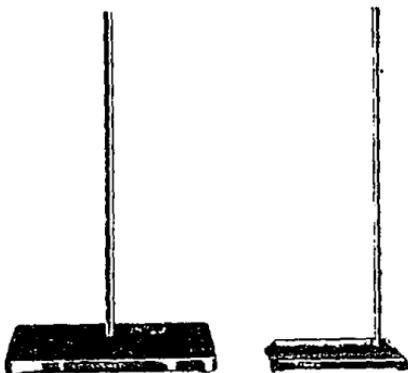
Termómetro

Instrumento que sirve para medir la temperatura. Están graduados en °C o en °F.



Soporte universal

Es una varilla metálica vertical, con pie muy estable, sobre la cual pueden atornillarse pinzas y aros para sostener tubos, vasijas diversas y telas de alambre o asbesto.



Anillo (Aro)

Anillo de metal que se sujeta en un soporte universal. Su función es la de servir de sostén.



Tela de alambre con centro de asbesto

Se utiliza sobre un aro para no situar a fuego directo algún recipiente de cristal.



Buretas

Son tubos de cristal graduados para medir el volumen de líquido que se gasta a través de una punta capilar, que constituye un extremo, el cual está dispuesto con una llave, de manera que pueda verterse gota a gota el líquido que contenga. A estas buretas se les conoce como buretas de Geissler y se expenden en capacidades de 10, 25 y 50 ml.



Bureta de pesada

Se utiliza cuando es necesario tomar muestras de líquido o soluciones con mayor exactitud. Se pesan antes y después de cada descarga.

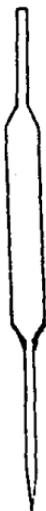


Pipetas

Son tubos cilíndricos de cristal, ensanchados en su parte media, uno de sus extremos es fino, casi capilar y por el otro se hace la succión al líquido con una pera de goma que actúa como bomba de gotero; sirve para trasladar pequeñas porciones de líquidos de un recipiente a otro. El orificio superior cuando está descubierto, se tapa a fin de que la presión atmosférica ejercida en el otro extremo impida la salida del líquido, se distinguen dos tipos:

- a) Pipetas aforadas, tienen una marca que corresponde a un volumen de líquido determinado.
- b) Pipetas graduadas, las que tienen su porción media con graduación y se emplean para trasladar a voluntad pequeños volúmenes.

Las pipetas se fabrican con capacidades diversas de 1, 2, 5, 10, 20, 25 y 50 ml.



PIPETA
VOLUMETRICA



PIPETA
GRADUADA

Matraces

Son vasijas de cristal de forma esférica o cónica que terminan en tubo angosto y recto, al calentarlos presentan una gran superficie en relación con su capacidad. Se usan principalmente para preparar soluciones, mezclas y compuestos y para calentar sustancias. Algunos son aforados y sus cuellos estrechos los hace convenientes para procedimientos con generación de gases.



MATRAZ ERLLENMEYER



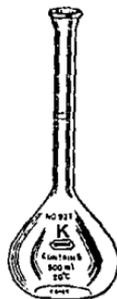
MATRAZ KITAZATO
DE FILTRACION AL VACIO



MATRAZ DE FONDO PLANO



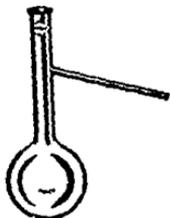
MATRAZ BALON



MATRAZ VOLUMETRICO

Matraz de destilación

Es un recipiente de cristal de forma esférica con un tubo lateral pequeño para el paso de los vapores generados al calentamiento por separación de las fracciones que constituyen la mezcla, dados sus diferentes puntos de ebullición.



Embudo

Instrumento hueco en figura de cono con ángulo de 60° y rematado en un tubo recto fabricado de cristal y que se emplea para transvasar líquidos.

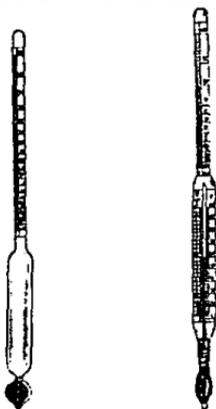
Se utiliza también para ayudar en procesos de filtración sirviendo de soporte al papel filtro.

Los tamaños más útiles para el análisis cuantitativo son los de 5.5, 7 y 9 cm de diámetro interno ya sean con tallo corto o largo.



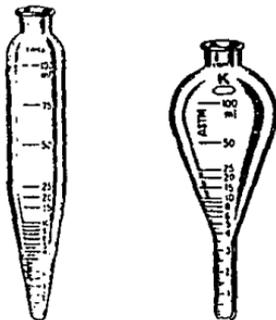
Densímetro

Son flotadores integrados con determinado peso situado en su parte inferior, un tubo en su porción media y en la parte superior termina en un delgado y largo cuello cerrado y graduado. Sirve para determinar la densidad de los líquidos.



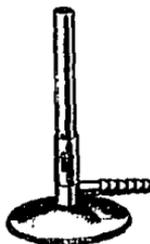
Tubos para centrifuga

Son recipientes de vidrio en forma tubular o de pera, terminados en punta redondeada en la parte inferior y de boca pequeña en el otro extremo, se usan para separar sólidos de líquidos o líquidos de líquidos por medio de la fuerza centrifuga.

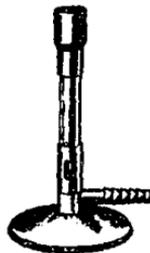


Mechero Bunsen

Funciona con gas natural, se emplea para elevar la temperatura y su flama se controla con el regulador de aire.



CILINDRO
SENCILLO



CILINDRO
DOBLE

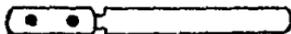
Trípode

Soporte de tres pies que permite colocar sobre él algún recipiente para calentar su contenido aplicando por la parte inferior la flama de un mechero. Existen fijos y desmontables.



Espátula

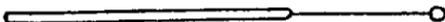
Lámina delgada con mango para tomar sustancias sólidas para pesarlas, colocarlas en recipientes o mezclarlas con otras sustancias.



Agitadores

Son varillas sólidas de vidrio que sirven para remover líquidos, de 3 a 5 mm de diámetro y de largo conveniente, ambos extremos se redondean a la flama de un mechero Bunsen o de un soplete. Existen varios tipos de agitadores, de vidrio o de plástico.

Agitador con asa de platino



Agitador con gendarme



Agitador sencillo



Picnómetro

Es una botella pequeña de vidrio utilizada para medir la densidad de un líquido.



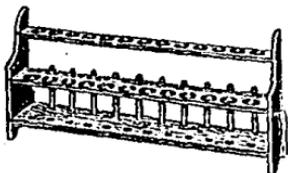
Recipiente para baño María

Recipiente de cobre, en la parte superior tiene una serie de arandelas con chapas de cobre, de diámetros decrecientes hacia el centro de modo que se puedan introducir recipientes de diferentes tamaños; se llena de agua hasta casi la mitad y se calienta con un mechero Bunsen. Se usa para la evaporación lenta de líquidos o para calentarlos gradualmente.



Gradillas

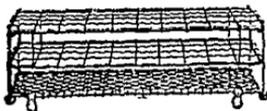
Es un soporte para mantener en posición vertical y segura los tubos de ensaye, los tubos californias, los conos, etc.



De madera



De lámina



De alambre galvanizado



De acrílico

Pinzas

Instrumentos metálicos de dos ramas que se emplean para sujetar por opresión.

Pinzas de Moss

Se emplean para transportar o sostener tubos de ensaye sometidos al fuego o que contienen sustancias que pueden dañar la piel.



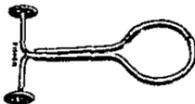
Pinzas para crisol (Tenazas)

Son tenacillas de metal que se emplean para manipular objetos que han sido o van a ser calentados.



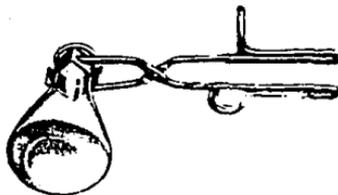
Pinzas de Mohr

Se emplean para la obturación de tubos de plástico o de hule, cierran por opresión aprovechando la elasticidad del conducto.



Pinzas para matraz

Se emplean para poner al fuego el matraz.



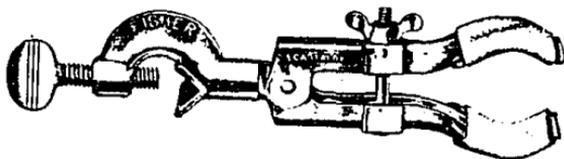
Pinzas para soporte

Se emplean para sujetarlas en un soporte y de ella misma sostener algún otro instrumento.



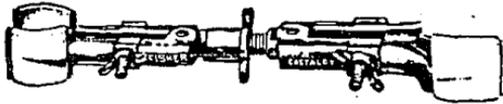
Pinzas para bureta

Se fijan en un soporte universal para sostener aparatos pequeños: los tubos de ensaye, los termómetros, etc.



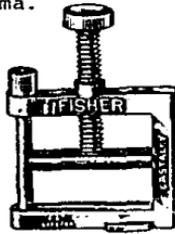
Pinzas universales

Se fijan en soporte universal para sostener instrumentos, con la ventaja de que lo sostenido puede colocarse inclinado según convenga.



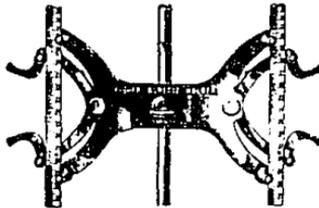
Pinzas de Hoffman

Mediante un tornillo se regula o cierra el paso de líquidos o gases en conductos de goma.



Pinzas dobles para bureta

Se fijan en un soporte universal para sostener tanto de un lado como del otro, tubos de ensaye, termómetros, buretas, etc.



Refrigerantes

Instrumento para condensar vapores, en forma de tubo de 40 cm de longitud y con diámetro exterior entre 9.5 y 12.7 mm.

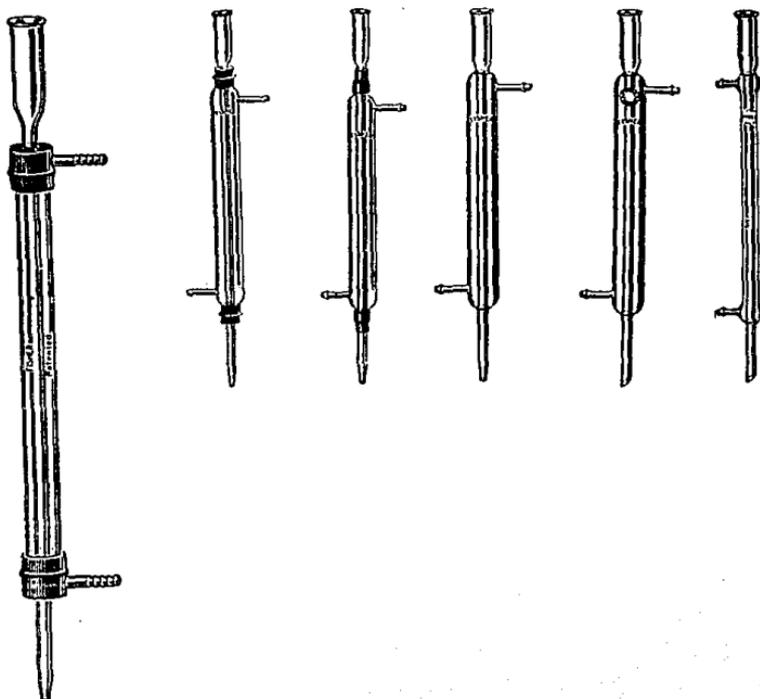


Refrigerante de aire

Debido al bajo efecto de enfriamiento del aire, se usa para vapor con temperatura ligeramente mayor al punto de ebullición a fin de evitar una gran diferencia de temperatura, lo que podría dar lugar a roturas peligrosas. Es apropiado para vapores con temperatura superior a 150 °C.

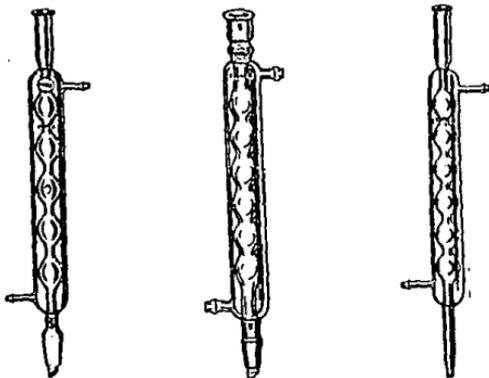
Refrigerante de Liebig

Se usa hasta 160°C de temperatura, sirve también como refrigerante de reflujo, pero debido a la pequeña superficie de contacto y a la corriente laminar que se produce, resulta menos eficiente. Es adecuado para sustancias con punto de ebullición elevado, superior a 120°C . Se presenta con frecuencia que las paredes exteriores condensen agua, la que puede escurrirse y entrar en el matraz de reacción; por lo tanto, es recomendable usar esmeriles engrasados o colocar un papel filtro seco. No debe usarse para temperaturas muy altas por el peligro de rotura.



Refrigerante de rosario

Es un tubo cilíndrico de vidrio, de 40 cm de largo y de diámetro exterior entre 9.5 y 12.7 mm, con entrada y salida para fluido enfriador, en el interior y coaxialmente, contiene otro tubo hueco en forma de rosario, por éste circulan los vapores. Es eficaz por la mayor superficie de transferencia de calor, se usa sólo como refrigerante a reflujo.



Frasco reactivo boca ancha
Sirven para guardar reactivos colorantes líquidos.



Frasco reactivo tapon esmerilado
Son frascos construidos con tapón esmerilado y con boca angosta. Sirven para guardar reactivos volátiles.

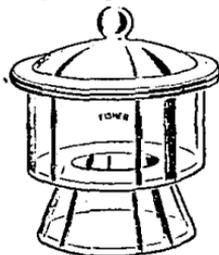


Frasco cuentagotas
Son frascos pequeños con tapón cuentagotas que se emplea para agregar pequeñas cantidades de líquido o reactivos a una sustancia. Existen de color claro y oscuro.



Desecador Scheibler

Recipiente de vidrio con tapa , que se usa para mantener un ambiente seco para el material afectable por la humedad o el dióxido de carbono. Se emplea para el desecado de sustancias sólidas.



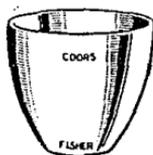
Placa desecador

Placa de porcelana que se usa como soporte, se acuña contra las paredes del desecador, con corchos o con otro material.



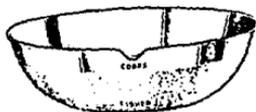
Crisol de porcelana

Son vasos muy resistentes a la temperatura, se emplean para calcinar precipitados y calentar pequeñas porciones de sólidos. También para fundir materiales cuyo punto de fusión es muy elevado.



Cápsula de evaporación

Vasija en forma de casquete esférico achatado para evaporar líquidos construida para recibir directa o indirectamente la flama de calentamiento.



Mortero con pistilo

Es un recipiente generalmente semiesférico útil para triturar algún material duro y convertirlo en polvo grueso. El mortero y el pistilo son por lo regular del mismo material.



Cristalizador

Recipiente donde se vierten las soluciones para que cristalicen.



Piseta

Es una botella de plástico que permite emitir un chorro fino de líquido (agua destilada, cetona, gasolina) para el lavado del material.



Vaso con pie

Recipiente cónico con pié, para vaciar o sostener pequeñas cantidades de líquido.



Cucharilla de combustión

Es una varilla larga con una palita cóncava de metal , se utiliza cuando se desea ver el comportamiento de alguna pequeña porción de sustancia llevada al fuego.



Manguera de hule latex

Son tubos de poco diámetro que se ajustan en los tubos de vidrio, se usan para poner en comunicación dos recipientes; por lo general van conectados a dichos recipientes por medio de tubos terminales de vidrio.



Tubos conectores

Comúnmente se presentan en tres formas según se ilustra.



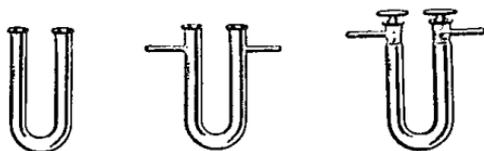
Tubos de vidrio

Son tubos de poco diámetro de vidrio, sirven para preparar triángulos, pipetas, cuentagotas y codos, también se utilizan para efectuar conexiones con mangueras.

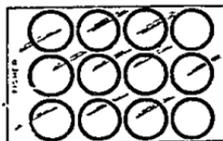


Tubos en U

Se utiliza para comunicar dos conductos diferentes, si éstos son opacos, al conectarlos al tubo se observa el comportamiento de la materia que se está conduciendo.



Vidrio plano



Lima triangular

Se utiliza para hacer incisiones en los tubos de vidrio y con el objetivo de cortarlos. Para cortar un tubo de mayor sección, la incisión con la lima triangular se hará alrededor del tubo y deberá ser un poco más profunda.



Soplete de boca

Es un tubo pequeño hueco terminado en punta que con la ayuda de una fuente de calor se utiliza principalmente para doblar vidrio.



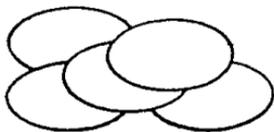
Escobillón

Se usa para la limpieza interior de tubos de ensaye, botellas y vasos de boca estrecha, es un instrumento compuesto de un mango largo que tiene en uno de sus extremos un cilindro con cerdas alrededor.



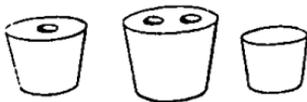
Papel de filtro

Son hojas o discos de celulosa pura, plegadas en una forma especial, se colocan en el embudo para hacer pasar a través de éste un líquido en el que se halla en suspensión un sólido.



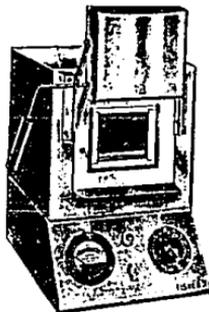
Tapones de goma

Son piezas en forma de cono truncado de hule o de corcho, se usan para comunicar el contenido de un recipiente con el exterior, al adaptar un instrumento a la boca del recipiente, mediante perforaciones; se insertan a tubos que permiten el paso de líquidos y gases de un recipiente a otro. Los tapones no perforados se usan para cerrar herméticamente un recipiente. Hay de distintas medidas.



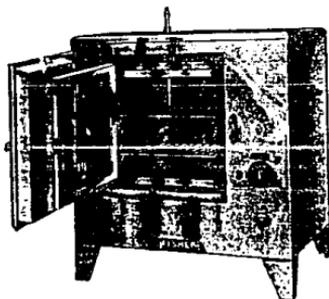
Mufla

Hornillo de diversas formas (cúbico, semicilíndrico o en forma de copa) que se coloca dentro de un horno para reconcentrar el calor a que se deben someter algunas sustancias en el laboratorio.



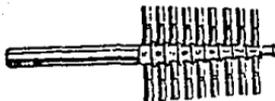
Estufa

Aparato equipado con puerta que se emplea para encerrar el calor a que se someten las sustancias en los procesos de laboratorio.



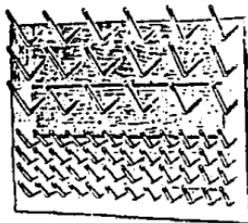
Taladra corchos

Tubo hueco con filo en un extremo para hacer los pequeños orificios o algún otro agujero sobre una porción de corcho.



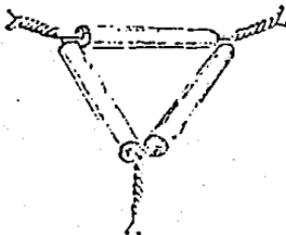
Escurridores

Es una especie de clavijero de acero inoxidable o acrílico, donde se colocan los materiales de vidrio que se han lavado.



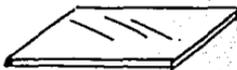
Triángulo de sílice

Soporte triangular de sílice con los extremos de alambre doblados de modo que queden perpendiculares al plano del triángulo, lo suficiente hacia afuera para que presionen sobre las paredes y el fondo del compartimiento y se mantenga firme, se usa con los desecadores pequeños.



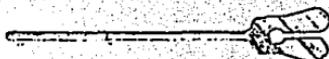
Cubreobjetos y portaobjetos

Placas de vidrio que se usan para transportar pequeños objetos o sustancias para su observación en el microscopio o para proteger las sustancias.



Sonda acanalada

Sirve para conocer la profundidad de un recipiente, de una sustancia o de una preparación contenidas en un frasco.



Embudo de separación

Recipiente de cristal con llave inferior, se usa para separar líquidos por diferencia de densidades.



Frasco lavador de gases

Se utiliza para el lavado de gases, se emplea para eliminar impurezas mediante un proceso.



Bomba para ácidos
Bomba para elevar o trasegar fluidos ácidos.



PERA DE HULE
Esfera hueca de neopreno para succionar líquidos.



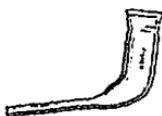
Retorta

Vasija con cuello largo encorvado, e inclinado hacia abajo usada en diversas operaciones químicas, especialmente en la destilación.



Alargadera

Es un tubo de vidrio, fusiforme, con un ensanchamiento en su mitad inferior y que se adaptan al cuello de las retortas para algunas operaciones de destilación.



Trampa de destilación
(Dean Stark modificada)

Existen de 10 y 25 ml graduada en 0.1 de ml abajo de la marca de 1 ml y 0.2 de ml arriba de la marca de 1 ml, con juntas esmeriladas para evitar pérdidas de vapores.



Pesa filtro

Tubo de vidrio con tapa para pesar pequeñas cantidades de sustancias. Existen diversos tipos y antes de emplearlos, se requiere pesarlos.



BIBLIOGRAFIA

- 1 Maren y Pruten. Fundamentos de Fisicoquímica, Limusa (1990).
- 2 Garzón Guillermo. Fundamentos de Química General. Mc Graw Hill (1986).
- 3 Dean John A. y Lange. Manual de Química, Mc Graw Hill (1989), Tomo IV.
- 4 Dickson T.R., Introducción a la Química. Publicaciones Cultural (1982).
- 5 Sienko J. Mitchell y R. A. Plane, Química, Principios y Propiedades. Mc Graw Hill (1985).
- 6 Brescia, Arents et al., Fundamentos de Química. CECSA (1986).
- 7 Choppin R. Gregory y Sumérin Lee R., Química, Pub. Cultural (1981).
- 8 Gary D. Christian, Química Analítica, Limusa (1990).
- 9 Eikengor Jack W., Enlaces Químicos, Pub. Cultural (1980).
- 10 Fieser L. F. and Fieser M., Reagents for Organic Synthesis. John Wiley and Sons (1967).
- 11 Mortimer Charles E., Química, Grupo editorial Iberoamérica (1983).
- 12 Rigbom A., Complexations in Analytical Chemistry, John Wiley and Sons. Trad. al español C. Montenga. Ed. Alhambra, Exedra 130, Madrid (1979).

- 13 Luna Rangel R., Química Básica Aplicada y Fundamentos de Estequiometría, Limusa, 1985.
- 14 Babor Joseph e Ibarz Jose, Química General Moderna, Marín (1979).
- 15 Orozco Fernando, Análisis Químico Cuantitativo, Porrúa (1973).
- 16 Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis, 4th. Ed. Longman Group Limited London, Obregón. Módulos Analíticos (1977).
- 17 Kirk, R. E. y Othmer, D.F., Enciclopedia de Tecnología Química, UTEHA (1981).
- 18 Hamilton, Simpson, Cálculos de Química Analítica, Mc Graw Hill (1985).
- 19 Rodier J., Rodi L., Análisis de aguas, Omega (1981).
- 20 Theroux, Eldridge Edward, Maliman Leroy, Laboratory Manual for Chemical and Bacterial Analysis of Water and Sewage, Mc Graw Hill (1943).
- 21 Powell Shepard T., Acondicionamiento de Aguas para la Industria, Omega (1979).
- 22 Redmore Fred, Fundamentos de Química, Prentice Hall Hispanoamericana (1979).
- 23 Severns W. H., Degler H. E., Miles J. C., La Producción de Energía Mediante el Vapor de Agua, el Aire y los Gases, Reverté (1976).

- 24 Streitwieser Andrew, Heathcock Clayton, Química Orgánica, McGrawHill (1989).
- 25 Bird R. Byron, Steward Warren, Lighfoot Edwin, Transport Phenomena, Wiley International Edition (1980).
- 26 Virgil B. Guthrie, Petroleum Products Handbook, 1a. edición (1979).
- 27 Iriarte P., Borrás H., Durán R., Apuntes de Métodos Numéricos. Facultad de Ingeniería, UNAM (1984).
- 28 ASTM, Standard on Petroleum Products and Lubricants (1983).
- 29 Gruse William and Steve Donald, Chemical Technology of Petroleum. Omega (1972).
- 30 Límido: Petroquímie. Instituto Francés del Petróleo (1960).
- 31 Wittier Pierre. El Petróleo, Refino y Tratamiento Químico. CEPESA (1973).
- 32 Wittier Pierre, Fisher and Tag Manual. CEPESA (1985).
- 33 PEMEX, Manual de la Gerencia de Ventas (1985).
- 34 Nelson W. L., Petroleum Refinery Engineering. International Student Edition (1985).
- 35 Valiente B. Antonio, Rosas P. Ma. del Carmen, Manual de Prácticas de Fenómenos del Transporte. Facultad de Química, UNAM (1990).
- 36 Mendoza Gonzalez L., Diseño de una Práctica para la Determinación de la Viscosidad con el viscosímetro Saybolt Furol. Facultad de Química, UNAM (1990).

- 37 Méndez Fregoso Héctor, Diseño de una Práctica para la Determinación de la Viscosidad. Facultad de Química, UNAM (1977).
- 38 Rodríguez N. Rafael, Apuntes de Mecánica de Fluidos. Facultad de Ingeniería, UNAM (1977).
- 39 Bennett H., The Chemical Formulary, Chem. Pub. Co. N.Y. (1982).
- 40 Bravo I. Arturo, Preparación de Catalizadores con Zeolitas Naturales, Tesis profesional, ESIOIE, IPN (1993).
- 41 Breck W., Brown R., McCowan J., Química, para Ciencia e Ingeniería. CECSA (1986).
- 42 Benítez M., Garaicochea F., Reyes C., Apuntes de Fluidos de Perforación, Facultad de Ingeniería (1984).