



Planificaciones

8304 - QUÍMICA DEL PETRÓLEO

Docente responsable: GRANDE MARIA DEL CARMEN

OBJETIVOS

El principal objetivo de esta asignatura es dotar al alumno de los conocimientos en química necesarios para el ejercicio de su profesión, y que sea capaz de aplicar estos conocimientos a la resolución de problemas prácticos.

Para alcanzar este objetivo se trabajarán competencias específicas como las que están relacionadas con la química del petróleo, el gas natural y sus derivados. Así como las competencias generales, afines al bloque de conocimiento de las ciencias básicas, concretamente, la capacidad de análisis y síntesis, y resolución de problemas.

Estas competencias generales son importantes en un contexto en el que se promueve que el alumno, no se limite a estudiar de memoria sino que, asimile e interiorice los conceptos, desarrollando la habilidad de resolver problemas prácticos derivados de esos conceptos.

Otro objetivo de la asignatura es que el alumno desarrolle una serie de capacidades experimentales como técnicas químicas de laboratorio y normas de seguridad.

Es también objetivo que el alumno pueda aprender a lo largo del curso a utilizar, como bibliografía específica del campo de la ingeniería en petróleo, libros especializados y revistas científicas.

Finalmente, otro objetivo es el de fomentar el aprendizaje autónomo, realizando por parte del alumno un trabajo con competencia dentro de la industria del petróleo, a través de investigación bibliográfica y desarrollando una visión crítica frente a las diversas fuentes de información.

CONTENIDOS MÍNIMOS

PROGRAMA SINTÉTICO

I) Petróleo. Composición química. Clasificación. Caracterización de los asfaltenos. Tratamientos.

II) Propiedades de los crudos. Viscosidad. Solubilidad. Punto de enturbiamiento. Punto de escurrimiento. Clasificación por gravedad API. Influencia de las variables fisicoquímicas en la acumulación de parafinas en instalaciones.

III) Petróleo crudo. Impurezas. Tratamiento.

Contenido de agua y sales. Compuestos Sulfurados. Clasificación de los crudos por acidez. Métodos de control de corrosión en instalaciones de explotación de petróleo.

IV) Gas natural (GN). Composición química. Clasificación. Impurezas. Tratamiento.

Límites de exposición a H₂S. Toxicidad y efectos. Equipos de protección.

V) Gas natural. Mezcla de gases reales. Modelos de ecuaciones de estado P-V-T. Factor de compresibilidad.

Constantes críticas. Mezclas de gases. Cálculo de las constantes pseudocríticas. Principio de los estados correspondientes. Funciones seudoreducidas.

VI) Equilibrio líquido-vapor. Diagrama de fases P-V y P-T. Punto crítico. Punto de rocío. Punto de burbuja.

Mezclas multicomponentes. Diagrama de fases P-T del yacimiento de petróleo-gas natural. Evolución del yacimiento. Condensación retrógrada. Ensayos de destilación de los crudos de petróleo. Curva de destilación: ASTM D-86, TBP (true boiling point).

VII) Combustibles. Clasificación. Punto inflamación, punto de autoignición. Límites de inflamabilidad. Poder calorífico. Combustibles derivados de Petróleo. Gasolina. Composición. Ensayos para caracterizar la volatilidad:

Curva de destilación, presión de vapor Reid (RVP). Calidad: aditivos químicos de la gasolina. Resistencia a la detonación. Números de Octano. Cronología del uso de mejoradores de octanaje. Tetraetilo de Plomo

problemas que ocasionaba. Otros mejoradores (MTBE, ETBE, TAME). Composición química de la emisión de contaminantes en vehículos a gasolina. Reacciones químicas en el convertidor catalítico. Gas oil. Composición.

Su aplicación en diferentes motores diésel. Calidad, Índice de cetano.

Derivado de petróleo: aceite lubricante. Índice de viscosidad, punto de fluidez, resistencia a la oxidación.

VIII) Industrialización del Petróleo. Procesos de refinación. Ecuaciones químicas de los procesos. Productos que

se obtienen. Métodos de fraccionamiento. Mejora de la Calidad (Upgrading). Hidrotratamiento. Reformado catalítico. Isomerización. Alquilación. Conversión. Cracking catalítico. Hidrocraqueo. Coquización. Desasfaltado.

Desparafinado. Obtención de aceites lubricantes. Reformado de Gas Natural con vapor. Reacciones en la obtención del "gas de síntesis".

Productos Petroquímicos Básicos, Intermedios y Finales (Tensoactivos, Fertilizantes, Fibras sintéticas, Plásticos). Ejemplos.

IX) Importancia del agua en el campo petrolero y su control. Componentes a analizar en el agua de producción. Tratamientos del agua para reinyección o disposición. Lodos de perforación. Componentes principales. Análisis Químico de Petróleo y derivados. Cromatografía en fase gaseosa (GC). Cromatografía en fase líquida (HPLC).

X) Recuperación de hidrocarburos. Sistema roca-fluido. Compresibilidad. Porosidad. Permeabilidad. Movilidad. Tensión interfacial y superficial. Etapas de Recuperación de hidrocarburos. Mecanismos de cada etapa. Aplicación de métodos químicos: agentes alcalinos, surfactantes y polímeros. Métodos térmicos: combustión in situ, inyección de vapor. Procesos miscibles con inyección de CO₂ o N₂ o gas natural o gas licuado de petróleo. Estimulación hidráulica en yacimientos no convencionales como formaciones SHALE y TIGHT: componentes utilizados en la inyección, aditivos químicos en el fluido de fracking y función de cada uno de ellos.

PROGRAMA ANALÍTICO

I) Petróleo. Composición química. Clasificación.

Origen del petróleo y el gas natural. Composición química del petróleo. Tipos de petróleo según hidrocarburos presentes en su composición. Factor de caracterización: Kuop. Grupos constituyentes orgánicos del petróleo: Saturados, Aromáticos, Resinas, Asfaltenos. Caracterización del sistema de los asfaltenos e interacción con las resinas. Influencia de las variables fisicoquímicas en la precipitación de asfaltenos. Problemas ocasionados por la precipitación de asfaltenos. Tratamientos para prevenir o solucionar el problema de los asfaltenos.

II) Propiedades de los crudos.

Propiedad de Transporte: Viscosidad.

Solubilidad del crudo en disolventes. Punto de enturbiamiento. Punto de escurrimiento. Punto de congelamiento.

Clasificación de los crudos por densidad: gravedad API. Causas de acumulación de parafinas en instalaciones: influencia de las variables fisicoquímicas. Dificultades operativas debidas a la acumulación de parafinas.

Opciones para prevenir o resolver el problema de acumulación de parafinas en instalaciones de extracción y producción en campos petrolíferos.

III) Petróleo crudo. Impurezas. Tratamiento.

Compuestos Sulfurados en la composición del petróleo. Clasificación de los crudos por contenido de azufre. Tipos de corrosión. Corrosión ácida. Corrosión microbiana. Acción de las bacterias sulfato-reductoras. Reacciones en superficies de revestimiento de pozos petrolíferos y cañerías enterradas. Métodos de control de corrosión en instalaciones de explotación de petróleo.

Contenido de agua y sales. Tratamiento del petróleo crudo en el campo petrolífero: deshidratación, desalación.

IV) Gas natural (GN). Composición química. Clasificación. Tratamiento.

Clasificación por origen: GN asociado, GN no asociado. Clasificación por contenido: GN amargo, GN dulce.

Tratamiento del GN en el campo petrolífero: remoción de condensables y agua, endulzamiento o remoción de H₂S y CO₂, reacciones de recuperación de S por proceso Claus, deshidratación y remoción de Hg, remoción de N₂. Recuperación de los líquidos del GN por expansión criogénica.

Límites de exposición a H₂S. Toxicidad y efectos. Equipos de protección.

V) Gas natural. Mezcla de gases reales.

Gases reales vs. gases ideales. Modelos de ecuaciones de estado P-V-T. Comportamiento de los gases reales. Ecuación de Van der Waals. Ecuación de estado generalizada. Factor de compresibilidad (Z). Constantes críticas para un gas puro. Mezclas de gases: cálculo de la masa molar aparente, cálculo de las constantes pseudocríticas. Principio de los estados correspondientes. Funciones pseudoreducidas. Determinación de Z con las curvas de Standing y Katz.

VI) Equilibrio líquido-vapor.

Diagrama de fases P-V y P-T para una sustancia pura. Punto crítico. Punto de rocío. Punto de burbuja. Mezclas multicomponentes. Diagrama de fases P-T del yacimiento de petróleo-gas natural. Interpretación de la evolución del yacimiento según diferentes condiciones iniciales. Relación gas- petróleo (RGP) o gas-oil ratio (GOR). Condensación retrógrada.

Ensayos de destilación de los crudos de petróleo. Curva de destilación: ASTM D-86, TBP (true boiling point).

VII) Combustibles.

Clasificación según su estado de agregación y su origen. Propiedades que determinan la elección de un combustible: punto de ignición o de inflamación, punto de autoignición o autoinflamación. Límite inferior y límite

superior de inflamabilidad. Poder calorífico. Combustibles derivados de Petróleo.

Gasolina. Composición. Volatilidad. Ensayos para caracterizar la volatilidad: Curva de destilación, presión de vapor Reid (RVP). Calidad: aditivos químicos de la gasolina, objetivo de cada uno de ellos. Ciclo del motor a gasolina. Tipo de encendido. Resistencia a la detonación. Números de Octano (RON y MON). Cronología del uso de mejoradores de octanaje. Tetraetilo de Plomo problemas que ocasionaba. Otros mejoradores como alcoholes, éteres (MTBE, ETBE, TAME).

Composición química de la emisión de contaminantes en vehículos a gasolina. Reacciones químicas en el convertidor catalítico.

Gas oil. Composición. Su aplicación en diferentes motores diesel. Calidad, Índice de cetano.

Derivado de petróleo: aceite lubricante. Características principales: índice de viscosidad, punto de fluidez, resistencia a la oxidación.

VIII) Industrialización del Petróleo.

Procesos de refinación. Ecuaciones químicas de los procesos. Productos que se obtienen.

1- Métodos de fraccionamiento. Destilación atmosférica y a vacío.

2- Mejora de la Calidad (Upgrading). Hidrotratamiento. Reformado catalítico. Isomerización. Alquilación.

3- Conversión. Cracking catalítico. Hidrocraqueo. Coquización.

4- Desasfaltado. Desparafinado. Obtención de aceites lubricantes.

5- Reformado de Gas Natural con vapor. Reacciones en la obtención del "gas de síntesis".

6- Productos Petroquímicos. Básicos (Gas de síntesis, Olefinas, Aromáticos), Intermedios y Finales (Tensoactivos, Fertilizantes, Fibras sintéticas, Plásticos). Ejemplos.

IX) Importancia del agua en el campo petrolero y su control.

Agua de la formación. Agua connata. Agua de Producción. Agua para Reinyección. Componentes a analizar en el agua de producción. Tratamientos del agua para reinyección o disposición. Lodos de perforación. Componentes principales.

Análisis Químico Instrumental de Petróleo y derivados. Cromatografía en fase gaseosa (GC). Cromatografía en fase líquida (HPLC).

X) Recuperación de hidrocarburos.

Sistema roca-fluido. Compresibilidad. Porosidad. Permeabilidad. Movilidad. Tensión interfacial y superficial.

Etapas de Recuperación de hidrocarburos. Mecanismos de cada etapa. Eficiencia de recuperación. Recuperación Mejorada o Terciaria. Aplicación de métodos químicos: agentes alcalinos, surfactantes y polímeros. Métodos térmicos: combustión in situ, inyección de vapor. Procesos miscibles con inyección de CO₂ o N₂ o gas natural o gas licuado de petróleo.

Estimulación hidráulica en yacimientos no convencionales como formaciones SHALE y TIGHT: componentes utilizados en la inyección, aditivos químicos en el fluido de fracking y función de cada uno de ellos.

BIBLIOGRAFÍA

Speight, J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum, Fifth Edition; CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, US, 2014.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

El método adoptado es el teórico-práctico con clases expositivas de teoría, cálculos prácticos, investigación bibliográfica, trabajo en grupo, experimentación en laboratorio, informe de resultados.

Modalidad de Evaluación Parcial

Un parcial teórico-práctico y una evaluación integradora final.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Petróleo. Composición química. Tipos de petróleo según hidrocarburos presentes. Factor de caracterización : Kuop.	Grupos constituyentes orgánicos del petróleo: Saturados, Aromáticos, Resinas, Asfaltenos.				
<2> 16/03 al 21/03	Caracterización del sistema de los asfaltenos e interacción con las resinas.	Influencia de las variables fisicoquímicas en la precipitación de asfaltenos.				
<3> 23/03 al 28/03	Clasificación de los crudos por densidad: gravedad API. Acumulación de parafinas en instalaciones de extracción y producción en campos petrolíferos: influencia de las variables fisicoquímicas.	Propiedad de Transporte: Viscosidad. Solubilidad del crudo en disolventes. Puntos de enturbiamiento, escurrimiento, congelamiento.				
<4> 30/03 al 04/04	Petróleo crudo. Impurezas. Tratamiento en el campo petrolífero. Clasificación por contenido de azufre. Corrosión ácida. Métodos de control de corrosión en instalaciones de explotación de petróleo.	Compuestos Sulfurados en la composición del petróleo. Contenido de agua y sales.	Trabajo Práctico N°1 Densidad y Gravedad API de un derivado de petróleo. (Determinación experimental de la densidad, curva de comportamiento con la temperatura y cálculo de la gravedad API de un aceite diesel.)			
<5> 06/04 al 11/04	Gas natural (GN). Composición química. Clasificación. Tratamiento del GN en el campo petrolífero: remoción de condensables, agua, H ₂ S y CO ₂ , Hg, N ₂ . Reacciones	Gas natural (GN). Composición química. Clasificación. Límites de exposición a H ₂ S. Toxicidad y efectos. Equipos de protección.				

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	de recuperación de S por proceso Claus.					
<6> 13/04 al 18/04	Gas natural. Mezcla de gases reales. Gases reales vs. ideales. Modelos de ecuaciones de estado P-V-T.	Ecuación de Van der Waals. Ecuación de estado generalizada. Factor de compresibilidad (Z). Constantes críticas.				
<7> 20/04 al 25/04	Gas natural. Mezcla de gases reales.	Cálculo de la masa molar aparente y de las constantes pseudocríticas. Principio de los estados correspondientes. Funciones pseudoreducidas. Determinación de Z. Curvas de Standing y Katz.	Trabajo Práctico N°2 Viscosidad de un aceite lubricante. (Determinación experimental de la viscosidad cinemática, curva de comportamiento con la temperatura y cálculo del Índice de Viscosidad aplicando la Norma ASTM D 2270.)			
<8> 27/04 al 02/05	Equilibrio líquido-vapor. Evolución del yacimiento. Relación gas-petróleo (RGP). Condensación retrógrada. Curva de destilación: ASTM D-86, TBP (true boiling point).	Diagrama de fases P-V y P-T para una sustancia pura. Puntos crítico, de rocío, de burbuja. Mezclas multicomponentes. Diagrama de fases P-T del yacimiento de petróleo-GN.				
<9> 04/05 al 09/05	Combustibles. Clasificación. Gasolina. Composición. Volatilidad. Ensayos de caracterización: Curva de destilación, presión de vapor Reid (RVP). Aditivos químicos de la gasolina. Motor a gasolina. Tipo de encendido. Resistencia a la detonación. Números de	Puntos de ignición, autoignición o autoinflamación. Límites inferior y superior de inflamabilidad. Poder calorífico.				

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	Octano. Mejoradores de octanaje.					
<10> 11/05 al 16/05	EVALUACIÓN PARCIAL Derivados de Petróleo. Gas oil. Composición. Aplicación en motores diesel. Calidad, Índice de cetano. Aceite lubricante. Índice de viscosidad, punto de fluidez, resistencia a la oxidación.	Composición química de la emisión de contaminantes en vehículos a gasolina. Reacciones químicas en el convertidor catalítico.	Trabajo Práctico N°3 Determinación experimental del Punto de Anilina de un Crudo o un Derivado de Petróleo considerando la Norma ASTM D611.			
<11> 18/05 al 23/05	Industrialización del Petróleo. Ecuaciones químicas de los procesos de refinación. Productos. 1- Destilación atmosférica y a vacío. 2- Hidrotratamiento. Reformado catalítico. Isomerización. Alquilación.	Procesos de refinación. Ecuaciones químicas de los procesos.				
<12> 25/05 al 30/05	Industrialización del Petróleo. 3- Conversión. Cracking catalítico. Hidrocrackeo. Coquización. 4- Desasfaltado. Desparafinado. Obtención de aceites lubricantes. 5- Reformado de GN. Reacciones obtención del "gas de síntesis".	Ecuaciones químicas de los procesos. Productos Petroquímicos. Básicos (Gas de síntesis, Olefinas, Aromáticos), Intermedios y Finales (Tensoactivos, Fertilizantes, Fibras sintéticas, Plásticos).				
<13> 01/06 al 06/06	Importancia del agua en el campo petrolero. Agua de formación, connata, de Producción. Tratamientos del agua para	Componentes a analizar en el agua de producción.	Trabajo Práctico N° 4 Identificación y reacciones de diferentes tipos de Hidrocarburos. Análisis cualitativo de muestras.			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	reinyección o disposición. Lodos de perforación. Componentes principales. Análisis Químico Instrumental de Petróleo y derivados. Cromatografía en fase gaseosa (GC). Cromatografía en fase líquida (HPLC).					
<14> 08/06 al 13/06	Recuperación de hidrocarburos. Sistema roca-fluido. Compresibilidad. Porosidad. Permeabilidad. Movilidad. Tensión interfacial y superficial. Etapas de Recuperación de HC. Mecanismos.	Propiedades del sistema roca-fluido. Unidades correspondientes.				
<15> 15/06 al 20/06	Recuperación Mejorada o Terciaria. Aplicación de métodos químicos: agentes alcalinos, surfactantes y polímeros. Métodos térmicos: combustión in situ, inyección de vapor. Procesos miscibles con inyección de CO ₂ o N ₂ o GN o LPG.	Métodos químicos en la recuperación terciaria.				
<16> 22/06 al 27/06	RECUPERACIÓN DE LA EVALUACIÓN PARCIAL.	Recapitulación. Consultas.	Trabajo Práctico N°5 Áreas petroleras y evolución en la explotación de HC. Investigación, preparación de informe escrito y expositivo.			

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	6			
2º	9			
3º	12			
4º				