



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2004/05

**15694 - OPERACIONES BÁSICAS CON
SÓLIDOS Y FLUIDOS**

ASIGNATURA: 15694 - OPERACIONES BÁSICAS CON SÓLIDOS Y FLUIDOS

CENTRO: Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

TITULACIÓN: Ingeniero Químico

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA DE PROCESOS

ÁREA: Ingeniería Química

PLAN: 10 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

CURSO: Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Obligatoria

CRÉDITOS: 9

TEÓRICOS: 6

PRÁCTICOS: 3

Descriptores B.O.E.

Operaciones con sólidos. Operaciones controladas por la cantidad de movimiento.

Temario

CAPITULO 01.-INTRODUCCION. (1h)

Lección 01.-Introducción a las Operaciones Básicas con Sólidos y Fluidos. (1h)

01.1.Desarrollo y evolución histórica.

01.2.Relación del Ingeniero Químico con las actuaciones industriales.

01.3.Procedimientos y técnicas utilizados en las Operaciones Sólido-Fluido.

CAPITULO 02.-OPERACIONES CON SÓLIDOS. (15)

Lección 02.-Partículas Sólidas. (2h)

02.1.Características y técnicas de caracterización.

02.2.Caracterización de partículas sólidas.

02.3.Propiedades de masas de partículas.

Lección 03.-Almacenaje y Transporte Mecánico de Sólidos. (6h)

03.1.Los silos y las tolvas. Otros medios.

03.2.Diseño de transportadores de tornillo.

03.3.Diseño de transportadores de cadena.

03.4.Diseño de transportadores de correa.

Lección 04.-Reducción de Tamaño. (3h)

04.1.Fundamentos de la desintegración mecánica de sólidos.

04.2.Equipo para la reducción de tamaño.

04.3.Diseño del proceso.

Lección 05.-Tamizado. (4h)

05.1.Introducción.

05.3.Balances de materia en la operación.

05.4.Equipos de tamizado.

05.5.Diseño de tamices vibratorios.

05.6.Diseño de tamices rotatorios.

CAPITULO 03.-AGITACION Y MEZCLA. (6h)

Lección 06.-Agitación y Mezcla de Líquidos y Masas. (6h)

06.1.Agitación de líquidos.

06.2.Equipo de agitación. Consumo de potencia.

06.3.Mezcla.

06.4.Operaciones de dispersión.

06.5.Mezcladores para pastas y masas.

06.6.Mezcladores para polvos secos.

CAPITULO 04.-DESPLAZAMIENTO DE SOLIDOS EN FLUIDOS. (15h)

Lección 07.-Movimiento de Partículas en un Fluido. (2h)

07.1.Rozamiento.

07.2.Movimiento de partículas a través de fluidos.

07.3.Aplicación a sedimentación.

Lección 08.-Sedimentación. (4h)

08.1.Introducción.

08.2.Sedimentación por gravedad.

08.3.Equipos para la sedimentación.

08.4.Diseño del espesador.

Lección 09.-Clasificación Hidráulica. (3h)

09.1.Introducción.

09.2.Concentración hidráulica.

09.3.Ventajas de la separación en corriente de fluido.

09.4.Separaciones hidráulicas sin llegar a velocidades límites.

09.5.Clasificadores no mecánicos, mecánicos e hidráulicos.

Lección 10.-Flotación. (2h)

10.1.Fundamentos de la flotación.

10.2.Reactivos de la flotación.

10.3.Aparatos para la flotación.

10.4.Diseño de células de flotación.

Lección 11.-Separación de Polvos y Nieblas. (4h)

11.1.Introducción.

11.2.Métodos de separación.

11.4.Diseño de equipos.

CAPITULO 05.-DESPLAZAMIENTO DE FLUIDOS ENTRE SOLIDOS. (16h)

Lección 12.-Circulación de Fluidos a través de Lechos Porosos. (3h)

12.1.Flujo de un solo fluido a través de un lecho. Ecuación de Ergun.

12.2.Pérdida de carga. Flujos laminar y turbulento.

12.3.Tortuosidad y efecto de pared.

12.4.Circulación de fluidos en lechos de relleno. Correlaciones.

Lección 13.-Fluidización. (2h)

13.1.Condiciones para la fluidización.

- 13.2.Velocidad mínima de fluidización.
- 13.3.Tipos de fluidización.
- 13.4.Expansión de lechos fluidizados.

Lección 14.-Transporte Neumático e Hidráulico. (4h)

- 14.1.Introducción.
- 14.2.Clasificación del transporte de sólidos con fluidos.
- 14.3.Energía para el transporte neumático horizontal.
- 14.4.Diseño de los transportadores neumático e hidráulico.

Lección 15.-Filtración. (5h)

- 15.1.Introducción.
- 15.2.Fundamentos de la filtración.
- 15.3.Filtración de líquidos.
- 15.4.Filtración de gases.
- 15.5.Diseño de equipos.

Lección 16.-Centrifugación. (2h)

- 16.1.Sedimentación centrífuga.
- 16.2.Filtración centrífuga.
- 16.3.Selección y diseño de equipos.

CAPITULO 06.-OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE ENERGIA. (8h)

Lección 17.-Evaporación. (4h)

- 17.1.Introducción.
- 17.2.Tipos de evaporadores.
- 17.3.Funcionamiento de los evaporadores tubulares.
- 17.4.Introducción al diseño.
- 17.5.Capacidad y economía en evaporadores de multiefecto.

Lección 18.-Cristalización. (4h)

- 18.1.Introducción.
- 18.2.Geometría de los cristales.
- 18.3.Fundamentos de la cristalización.
- 18.4.Nucleación.
- 18.5.Crecimiento de los cristales.
- 18.6.Equipo de cristalización.

Conocimientos Previos a Valorar

Se requieren conocimientos de Química General, Química Física, Termodinámica Básica, Transmisión de Calor.

Objetivos

- a) Objetivos de conocimiento.-
 - Conocer los equipos y procesos físicos.
 - Enumerar diferentes parámetros de diseño.
 - Diseñar operaciones físicas.
- b) Objetivos de habilidades.-
 - Buscar datos y predecir propiedades.
 - Utilizar instrumentos directos e indirectos de medida de las propiedades.

- Manejar diferentes de equipos.
 - Redactar y explicar los trabajos prácticos.
- c) Objetivos en el campo afectivo.-
- Comprender la importancia de la materia.
 - Reconocer la utilidad de las operaciones físicas.
 - Relacionar las operaciones físicas aplicadas en las plantas industriales.

Metodología de la Asignatura

La naturaleza de la asignatura nos conduce a elegir el método didáctico. En él, la mayor parte de la actividad y la responsabilidad recaen sobre el profesor que va desarrollando el tema y el alumno lo recibe, favoreciendo su retención normalmente con las notas que toma.

El método didáctico puede presentar un importante problema, el receptor de las enseñanzas, puede verse impulsado a adoptar una actitud pasiva. Por ello se debe favorecer el diálogo, creando un clima de confianza en el que el alumno pueda consultar sus dudas sin temor al ridículo. Se deberá fomentar la participación planteando cuestiones, al principio sencillas que el alumno deberá ir resolviendo, orientándole hacia la solución cuando sea necesario, de esta forma el alumno va tomando interés por la materia.

Ser desarrollará la teoría con rigor, pero con sencillez, haciendo especial mención de las consecuencias y aplicaciones que de ella se derivan ilustrándolas con el mayor número de figuras y proyecciones. Como complemento imprescindible de la clase teórica, se realizarán las clases prácticas en las que se desarrollarán diferentes ejemplos y problemas. No se deben fomentar excesivamente los problemas tipo, que ayudan a repetir pero no a discernir, por lo que se resolverán un número suficiente de problemas que ayuden a comprender las aplicaciones de la teoría y con una gran orientación de tipo práctico incidiendo en el diseño y el dimensionado de las operaciones del programa, puesto que las clases prácticas en Ingeniería Química deben de perseguir el desarrollo de las habilidades del estudiante en el arte de ingeniería.

El desarrollo de la clase de problemas se organizará de la siguiente forma. Inicialmente debe hacerse un breve esquema de la teoría cuyas aplicaciones se van a tratar, resaltando los aspectos conceptuales más importantes. Conseguiremos de esta forma un doble objetivo, centrar el tema de la clase y disipar las dudas que hayan aparecido en el alumno, tras la maduración de la clase de teoría.

A continuación se debe pasar a la realización de los problemas, que naturalmente, deben ir ordenados en orden creciente de dificultad. En primer lugar y como continuación de la introducción realizada, suele ser interesante realizar pequeñas cuestiones teóricas, como deducción de alguna propiedad auxiliar, demostraciones completas de las que sólo se ha dado el camino de la clase teórica, etc.

Seguidamente, debe pasarse a la resolución de problemas que resulten de aplicación directa de la teoría y en los que casi mecánicamente puede llegarse al resultado pedido. Finalmente, hay que plantear verdaderos problemas en los que su resolución no aparezca en forma directa y el alumno necesite en tal caso usar incluso razonamientos basados en otras clases.

En una asignatura como la que nos ocupa, entroncada con profundas raíces teóricas, culminada con un amplio campo de realizaciones constructivas y tecnológicas y cuyo medio fundamental de desarrollo ha sido la experimentación, la importancia de las prácticas de laboratorio no necesita demostración.

Los trabajos de laboratorio bien orientados, y no solo destinados a desarrollar la habilidad manual del alumno, sus facultades de observación o su familiarización con la instrumentación, son un complemento fundamental de la enseñanza teórico-práctica.

Los trabajos de laboratorio han de enfrentar al alumno con el mundo real para que aplique allí los conocimientos teóricos obtenidos, así como de fomentar el trabajo en equipo y la creatividad. De cualquier forma, las prácticas de laboratorio deben estar encaminadas a comprobar experimentalmente los resultados probados o supuestos en el desarrollo de la teoría. Para que su eficacia llegue a tener un nivel adecuado, es preciso que sea realizada por un número reducido de

alumnos, de tal manera que exista una misión individual en el ensayo que se está efectuando.

El desarrollo de la práctica irá precedido de explicaciones del profesor, encaminadas no exclusivamente al manejo del aparato o descripción del mismo, sino que hay que enraizarlo en la teoría y fijar muy claramente los objetivos que se pretenden alcanzar o los principios que se intentan probar.

El trabajo de prácticas debe ir encaminado además, a desarrollar ciertas facultades del alumno, la capacidad de observación, su destreza manual y lo que es más importante, motivará su espíritu investigador y crítico, quizás poco cultivado por el formalismo del resto de las actividades académicas.

La manipulación con equipos industriales, la observación del funcionamiento de un sistema de toma de datos, el manejo de ciertos útiles o auxiliares, como termopares, medidores de caudal..., son experiencias de alto contenido formativo, y que ayudarán eficazmente alumno, cuando se enfrenta con problemas prácticos en la vida profesional.

Evaluación

La asignatura se divide en dos partes, con evaluaciones independientes, las dos partes han de aprobarse para quedar exento del examen de curso en Junio. Para el examen de curso en Junio y Septiembre, las partes aprobadas se respetan y solo hay que examinarse de las no aprobadas. Para el examen de Diciembre no se conservan partes aprobadas, pues se considera examen final al ser convocatoria extraordinaria. En general la evaluación de cada una de las partes se divide en 5% evaluación continua (pruebas cortas, preguntas orales, informes,...); 80% evaluación por examen escrito; 15% evaluación práctica (prácticas en laboratorio, libreta de prácticas). Las prácticas de la asignatura han de realizarse obligatoriamente, y la evaluación de las mismas se realizará por la libreta de prácticas y la observación del trabajo realizado en el laboratorio. Puede optarse por no realizar las prácticas de laboratorio y realizar un examen de prácticas, que a título orientativo como mínimo incluirá la realización de una práctica del programa en el laboratorio. Tener las prácticas aprobadas, solo exime del examen de prácticas, durante el curso en que fueron realizadas, si se quiera optar a la deducción del 15% para los exámenes. Es obligatorio tener las prácticas realizadas y aprobadas para poder optar al aprobado de la asignatura.

Descripción de las Prácticas

1. Determinación del tamaño de partículas por tamizado.

Se determinan los tamaños de una muestra de sólidos particulados por pruebas de Laboratorio y se evalúa y analiza estadísticamente la muestra.

2. Determinación del tamaño de partículas por sedimentación en un líquido.

Se realiza la determinación del tamaño de un sólido particulado por prueba de sedimentación en fluido utilizando el tubo Wiegner y se analizan los datos experimentales.

3. Pruebas de Sedimentación.

3a. Prueba del tubo corto.

3b. Prueba de retención.

3c. Prueba del punto de compresión.

3d. Prueba del tubo largo.

3e. Pruebas y Analisis de Coe.

Para el análisis de la zona de clarificación se realiza la determinación de la velocidad de sedimentación y del tiempo de retención de una suspensión mediante pruebas con jarras y se determina la relación entre la velocidad de sedimentación y la concentración utilizando el tubo largo. Para el analisis de la zona de espesado se realiza la determinación del punto de comprensión y se evalúa la superficie crítica considerando el análisis de Coe realizando pruebas con jarras.

4. Pruebas de clarificación de líquidos. Utilización de un ciclón de líquidos industrial.

Se realizan pruebas de concentración de sólidos con un hidrociclón industrial, se analizan los datos y el diseño y se evalúan y dimensionan los equipos de clarificación.

5. Pruebas de coagulación-floculación.

Se realizan las pruebas de coagulación y floculación, determinando el pH de la coagulación y evaluando la dosis de coagulante así como el pH de la floculación y la dosis de floculante.

6. Pruebas de captura de partículas en gases. Utilización de un ciclón de gases industrial.

Se realizan las pruebas de separación de sólidos-gas con un ciclón industrial, se analizan los datos y el diseño y se evalúan y dimensionan los equipos de captura de partículas.

7. Fluidos atravesando lechos de sólidos. Pruebas de la inundación y el recargo en torres.

Se determinan las pérdidas de carga en lechos de relleno al circular en contracorriente un líquido y un gas, se analizan y replican las correlaciones generalizadas, y además de determinar y analizar las condiciones de mojado del relleno se estudia y predice la inundación y el recargo.

Bibliografía

[1] Introducción a la química industrial /

Ángel Vian Ortuño ; con la colaboración de Brusi García-Amado, José Mª...[et al.].

Reverté,, Barcelona : (1994) - (2ª ed.)

842917933X

[2] Liquid filtration /

by Nicholas P. Cheremisinoff, David S. Azbel.

Ann Arbor Science,, Woburn, MA : (1983)

0250406004

[3] Transferencia de cantidad de movimiento, calor y materia /

C. O. Bennett, J. E. Myers ; [version española por Joaquín Casal Fabrega ; revisada por Fidel Mato Vazquez].

Reverté,, Barcelona : (1979)

84-291-7052-9 (tomo II)

[4] Data for process design and engineering practice /

Donald R. Woods.

Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1995)

0133181499

[5] Process design and engineering practice /

Donald R. Woods ; 1 v. (pag. var.) : il. ; 29 cm.

Prentice Hall,, Upper Saddle River (New Jersey) : (1995)

0138057559

[6] Ingeniería química /

E. Costa Novella ; con la colaboración de J.L. Sotelo Sancho... [et al.].

Alhambra,, Madrid : (1983)

8420509892

[7] Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química /

Ernest J. Henley, J.D. Seader.

Reverté,, Barcelona : (1988)

8429179089

[8] Ingeniería química: Tomo II : unidades SI : operaciones básicas /

*J.M. Coulson y J.F. Richardson ; con la colaboración de J.R. Backhurst y J.H. Harker.
Reverté,, Barcelona : (1981)
8429171371 t.3*

[9] Encyclopedia of fluid mechanics /

*N. P. Cheremisinoff, Editor.
Gulf,, Houston : (1986)
0872014924 Obc**

[10] Manual de cálculos de ingeniería química /

*Nicholas P. Chohey, Tyler G. Hicks.
McGraw-Hill,, México : (1986)
9684220103*

[11] Manual del ingeniero químico /

*Robert H. Perry, Don W. Green, James O. Maloney.
McGraw-Hill,, Madrid : (2001) - (4ª ed.)
8448130081 Ob. comp.*

[12] Operaciones básicas de ingeniería química /

*Warren L. McCabe, Julian C. Smith.
Reverté,, Barcelona : (1981)
8429173609*

[13] Operaciones básicas de ingeniería química /

*Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott ; revisión técnica de la traducción Elita Guardiola Formento... [et al.].
, Madrid : McGraw-Hill, (1991) - (4ª ed.)
8476157002*

Equipo Docente

PEDRO SUSIAL BADAJOZ

(COORDINADOR)

Categoría: TITULAR DE UNIVERSIDAD

Departamento: INGENIERÍA DE PROCESOS

Teléfono: 928451930 **Correo Electrónico:** pedro.susial@ulpgc.es