



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



SUGERENCIAS PARA LA IMPARTICIÓN DE ASIGNATURAS  
DE LOS PLANES DE ESTUDIO 2006

QUÍMICA PARA INGENIEROS CIVILES

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:

FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA

COORDINACIÓN

QUÍMICA

DEPARTAMENTO

Horas/Semana de Teoría: 4.0 Horas/Semana de Laboratorio: 2.0 No. Semanas: 16

**Objetivo del curso:**

El alumno distinguirá la importancia de los procesos químicos en las diversas áreas de la ingeniería civil y las propiedades de los materiales. Analizará los conceptos básicos de la Química y la repercusión de los contaminantes, así como la evaluación de sus efectos en los diversos sistemas naturales y artificiales. Desarrollará habilidades para la resolución de problemas, basado en los principios de razonamiento lógico y sus capacidades de observación y de manejo de instrumentos experimentales.

**Introducción:**

Este trabajo tiene el propósito de orientar al profesor en el desarrollo del programa de la asignatura "Química para Ingenieros Civiles"; para ello, se proporcionan algunas sugerencias para saber hasta qué punto extenderse en la explicación de los conceptos, tomando como base el número de horas asignadas a cada tema, con el fin de que se cubra el 100% del programa en un total de 64 horas. En este trabajo, se involucran las prácticas de laboratorio en el desarrollo de los subtemas, propiciando con ello, la comunión que debe existir entre la teoría y la práctica; adicionalmente, se proponen algunas técnicas didácticas, el uso de nuevas tecnologías, clases virtuales y algunas direcciones electrónicas para que el profesor las consulte. Por otro lado se recomienda la aplicación práctica de todas las reglas para la escritura de las unidades en el Sistema Internacional, en particular, el uso de la coma decimal. Finalmente, debe comentarse que este trabajo no es más que una guía que se propone con el fin de orientar al profesor, quien tiene absoluta libertad para tomar los elementos que juzgue convenientes y elaborar su plan de trabajo, dentro del marco de las horas estipuladas en el programa.

## Tema 1. Importancia de la Química en la Ingeniería Civil (2.0 horas / 0.5 semanas )

### **Objetivo:**

El alumno distinguirá algunos de los principios de la química, involucrados en los fenómenos que experimentan los materiales individuales o su combinación, al emplearse en obras de Ingeniería Civil en general, y los que originan problemas que tienen que ver con el ambiente, en particular.

### **Subtema 1.1. Ejemplos de situaciones de diversas áreas de la Ingeniería Civil, que se deben a procesos químicos.**

En este subtema se recomienda que el profesor presente a los alumnos diversos ejemplos en los cuales se pueda apreciar la interrelación que existe entre la química y algunas de las áreas de desarrollo de la ingeniería civil y que de ser posible, solicite a los alumnos un trabajo sobre dicho tema ya sea para exponer o para entregar.

### **Subtema 1.2. Ejemplos de cómo un ingeniero que entiende los fundamentos de los procesos químicos es capaz de participar en la solución de problemas que tienen que ver con el ambiente.**

De forma similar al caso anterior, se sugiere que el profesor presente ejemplos de cómo un ingeniero civil con conocimientos básicos de química, puede entender y/o proponer soluciones de problemas que tienen que ver con el ambiente, además de solicitar un trabajo sobre el tema para exponer o entregar.

### **Material digital.**

En la página web del Departamento de Química cuya dirección es la siguiente:

<http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/FisicaQuimica/Quimica/>

se tiene el artículo “La Química en las Ingenierías” que puede servir a manera de introducción en este tema; adicionalmente, se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://dicyg.fi-c.unam.mx/>

<http://www.ingenieria.unam.mx/~especializacion/>

<http://www.ingenieroambiental.com/?ver=informes>

## Tema 2. Enlaces químicos (8.0 horas / 2.0 semanas )

### **Objetivo:**

El alumno conocerá las propiedades de las moléculas sencillas con base en los tipos de enlace que presentan.

### **Subtema 2.1. Tipos de enlaces: covalente, covalente puro, covalente simple, covalente polar, covalente coordinado y enlace iónico.**

Se sugiere que el profesor empiece este tema comentando el por qué se unen los átomos, qué es un enlace químico covalente según la teoría de enlace-valencia, qué es la electronegatividad, cómo se clasifican los enlaces de acuerdo con la diferencia de electronegatividad, cuándo se presenta un enlace covalente coordinado y cuándo un enlace iónico. También se recomienda que el profesor comente las diferencias en sus propiedades, que presentan las moléculas diatómicas para cada tipo de enlace.

### Subtema 2.2. Atracciones intermoleculares y su efecto en las propiedades de las sustancias.

Se sugiere que el profesor explique inicialmente que existen diferentes tipos de moléculas, cuyas propiedades dependen de los tipos de enlace que presenta, así como de su geometría molecular y de la distribución de sus cargas formales; así, se entendería que existen moléculas no polares, moléculas polares y moléculas cargadas (iones). Con base en lo anterior, se explicaría la existencia de las diferentes fuerzas intermoleculares: ion-ion, ion-dipolo y fuerzas de Van Der Waals (dipolo momentáneo, dipolo inducido y puente de hidrógeno). Cabe mencionar que, al hablar sobre la geometría molecular, sería conveniente que el profesor presentara (de preferencia mediante un acetato, transparencia o copias) las diferentes geometrías que existen; sin embargo, no resulta recomendable que se profundice demasiado sobre las geometrías y cómo determinarlas, ya que para ello sería necesario hablar de estructuras de Lewis, lo que requeriría de mucho tiempo de clase.

### Subtema 2.3. Fuerza iónica.

Se sugiere que el profesor explique que la fuerza iónica es una medida de la intensidad del campo eléctrico creado por los iones existentes en la disolución, y que puede obtenerse mediante, **I**:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N Z_i^2 C_i$$

donde **Z<sub>i</sub>** es la carga del ion **i**, y **C<sub>i</sub>**, su concentración. Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para comprender mejor este tema.

### Subtema 2.4. Cálculo de coeficientes de actividad de electrolitos y no electrolitos.

Se sugiere explicar en términos sencillos qué es el coeficiente de actividad ( $\gamma$ ), para qué se utiliza y que se puede determinar con la expresión de Debye-Hückel:

$$\log \gamma_i = -\frac{AZ_i^2 \sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

donde **Z<sub>i</sub>** es la carga del ion **i**; **A** y **B** son constantes que dependen de la temperatura; **a** es una constante que depende el ion e **I** es la fuerza iónica del ion.

### Prácticas de laboratorio.

Se tiene una práctica de laboratorio relacionada con este tema denominada "Preparación y Conductividad de Disoluciones", esta práctica se realiza en 2.0 h. y en ella se puede verificar que algunas moléculas se disocian al disolverse en agua, lo que depende de los tipos de enlace que presenta la molécula, a tal grado que se forman iones que pueden conducir la electricidad (conducción electrolítica).

### Material digital.

En la página web del Departamento de Química cuya dirección es la siguiente:

<http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/FisicaQuimica/Quimica/>

se tiene una clase virtual que trata el tema del enlace iónico y una presentación en power point que trata el tema de enlaces químicos; adicionalmente, se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.oei.org.co/fpciencia/art08.htm>  
<http://www.monografias.com/trabajos7/enqui/enqui.shtml>  
[http://mx.youtube.com/watch?v=loV\\_n\\_kWbQ8](http://mx.youtube.com/watch?v=loV_n_kWbQ8)  
[http://dieumsnh.qfb.umich.mx/fisquimica/enlace\\_ionico.htm](http://dieumsnh.qfb.umich.mx/fisquimica/enlace_ionico.htm)  
<http://www.mitecnologico.com/Main/Enlancelonico>  
<http://www.textoscientificos.com/quimica/inorganica/enlace-ionico>

### **Tema 3. Estequiometría y unidades de concentración (10.0horas / 2.5 semanas )**

#### **Objetivo:**

El alumno realizará cálculos estequiométricos y aplicará las unidades que se emplean para medir las concentraciones en fases sólida, líquida y gaseosa.

#### **Subtema 3.1. Balanceo de ecuaciones.**

Se sugiere que el profesor dé algunos puntos a considerar cuando se intenta balancear reacciones químicas por tanteo. Por otro lado, el profesor debe enseñar a balancear reacciones de oxidación-reducción empleando el método del cambio de número de oxidación y el método del ion-electrón (en medio ácido y en medio básico).

#### **Subtema 3.2. Relaciones estequiométricas.**

Se sugiere que el profesor muestre a sus alumnos cuáles son y de dónde provienen las relaciones estequiométricas más comúnmente empleadas (relación en entidades fundamentales, relación en moles y relación en masa).

#### **Subtema 3.3. Cálculos estequiométricos. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.**

Se sugiere que el profesor muestre a los alumnos cómo se deben aplicar los factores de conversión, surgidos de las relaciones estequiométricas, para determinar las cantidades de reactivos y productos involucrados en una reacción química; así también, se sugiere que el profesor demuestre la importancia de conocer cuál de los reactivos es el limitante de una reacción química, ya que es éste el que se emplea en la determinación del rendimiento porcentual de una reacción química.

#### **Subtema 3.4. Unidades de concentración: normalidad, molaridad, fracción molar, porcentaje masa-masa, porcentaje masa-volumen, porcentaje volumen-volumen, partes por millón y partes por mililitro.**

Se sugiere que el profesor defina de una manera sencilla cada una de las unidades de concentración más comúnmente empleadas en química, principalmente las relacionadas con los fenómenos ambientales y que las emplee en problemas de cálculos estequiométricos; así como también, que les muestre a sus alumnos cómo se puede convertir de una unidad de concentración a otra.

#### **Subtema 3.5. La fase gaseosa. Ecuación del gas ideal y ley de las presiones parciales de Dalton. Unidades de concentración empleadas para partículas en el aire.**

Se sugiere que el profesor explique que la ecuación de estado del gas ideal proviene de la conjunción de las diferentes leyes de los gases (ley de Boyle, ley de Charles, ley de Amontons y ley de Avogadro), y si el tiempo se lo permite, explicar cada una

de las leyes con gráficas; además, se sugiere que se presenten ejercicios donde el alumno aplique los cálculos estequiométricos, unidades de concentración y gases.

### **Prácticas de laboratorio.**

Se tienen dos prácticas de laboratorio relacionadas con este tema una de ellas denominada “*Determinación del Contenido de Ácido Acético en el Vinagre*”, esta práctica se realiza en 2.0 h. y en ella se emplean cálculos estequiométricos que involucran unidades de concentración, para determinar la concentración de una disolución de ácido acético (vinagre); la otra práctica se denomina “*Cálculo del Rendimiento Porcentual de una Reacción Química*”, esta práctica se realiza en 2.0 h. y en ella se aplica el concepto de reactivo limitante y se realizan cálculos estequiométricos para determinar el rendimiento de una reacción.

### **Material digital.**

En la página web del Departamento de Química cuya dirección es la siguiente:

<http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/FisicaQuimica/Quimica/>

se tienen artículos, clases virtuales y presentaciones en power point que tratan los subtemas de balanceo de reacciones químicas, reactivo limitante, unidades de concentración y las leyes de los gases; adicionalmente, se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.quimiweb.com.ar/6%20B%20-%20C%20C1LCULOS%20ESTEQUIOM%20C9TRICOS.pdf>

<http://www.eis.uva.es/~qgintro/esteq/esteq.html>

## **Tema 4. Termoquímica y equilibrio químico (10.0horas / 2.5 semanas )**

### **Objetivo:**

El alumno conocerá los conceptos básicos del equilibrio químico y su relación con los conceptos de la termodinámica.

### **Subtema 4.1. Interpretación y cálculo de la constante de equilibrio de una reacción química.**

Se sugiere que el profesor describa cómo se obtiene la expresión de la constante de equilibrio para diferentes reacciones en equilibrio homogéneo y en equilibrio heterogéneo; así también, se sugiere que realice ejercicios sencillos donde se vea involucrada la constante de equilibrio, el pH de una disolución, las cantidades iniciales y finales de una reacción en equilibrio.

### **Subtema 4.2. Principio de Le Chatelier.**

Se sugiere que el profesor defina el principio de Le Chatelier y que explique con base en éste, la manera en cómo se desplaza el equilibrio en una reacción, cuando se modifica la temperatura, la presión, el volumen o las cantidades de uno de los reactivos o productos.

### **Subtema 4.3. Interpretación y cálculo de la energía libre de Gibbs de una reacción química.**

Se sugiere que el profesor defina la energía libre de Gibbs en términos sencillos y explique cómo determinarla para una reacción química; así también, se sugiere que el profesor explique por qué la energía libre de Gibbs se puede tomar como un

indicativo de la espontaneidad de una reacción química.

#### **Subtema 4.4. Energía libre de Gibbs y su relación con la constante de equilibrio.**

Se sugiere que el profesor explique como se obtiene la ecuación que relaciona la energía libre de Gibbs con la constante de equilibrio.

$$\Delta G_{rx}^o = -RT \ln K$$

#### **Prácticas de laboratorio.**

Se tiene una práctica de laboratorio relacionada con este tema denominada "Equilibrio Químico", esta práctica se realiza en 2.0 h. y en ella se puede verificar la validez del principio de Le Chatelier, además de que se determina experimentalmente la constante de equilibrio del ácido acético.

#### **Material digital.**

En la página web del Departamento de Química cuya dirección es la siguiente:

<http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/FisicaQuimica/Quimica/>

se tienen artículos y presentaciones en power point que tratan los temas de equilibrio químico y el principio de Le Chatelier; adicionalmente, se sugiere consultar la dirección electrónica siguiente para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.monografias.com/trabajos15/equilibrio-quimico/equilibrio-quimico.shtml>

<http://www.uv.es/~baeza/equili.html>

[http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/Equilibrios\\_quimicos.pdf](http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/Equilibrios_quimicos.pdf)

<http://www.hannachile.com/articulos/22/conceptos-ph.htm>

### **Tema 5. Cinética química (8.0horas / 2.0 semanas )**

#### **Objetivo:**

El alumno aplicará la velocidad de las reacciones combinado con la conservación de la masa para evaluar el destino y el tratamiento de un compuesto.

#### **Subtema 5.1. Ley de las velocidades.**

Se sugiere que el profesor explique qué es la velocidad de una reacción y que ésta se puede establecer en términos de la velocidad de desaparición de los reactivos o de la velocidad de formación de los productos. Se recomienda que se trabaje con una velocidad de reacción establecida a partir de la velocidad de desaparición de los reactivos y que en base a ello se presenten ejercicios que permitan establecer la expresión de velocidad para una reacción cualquiera.

#### **Subtema 5.2. Reacción de orden cero y de primer orden.**

Se sugiere que el profesor explique qué es el orden de una reacción y de qué depende éste. Además se recomienda que se explique con ejemplos sencillos cómo se ve afectada la velocidad de una reacción al cambiar las cantidades de los reactivos o productos.

#### **Subtema 5.3. Reacciones de pseudo primer orden.**

Se sugiere que el profesor explique, mediante ejemplos, qué es una reacción de

pseudo primer orden, cómo identificarlas, las características que presentan y cuando se presentan, además, que establezca la relación entre una reacción de pseudo primer orden y su velocidad de reacción.

#### **Subtema 5.4. Vida media y su relación con la constante de velocidad.**

Se sugiere que se defina claramente lo que es la vida media y su relación con la velocidad de una reacción; así también, se sugiere que se presenten ejercicios que involucren estos dos conceptos.

#### **Subtema 5.5. Efecto de la temperatura en las constantes de velocidad.**

Se sugiere que el profesor explique por qué la velocidad de una reacción aumenta al aumentar la temperatura del sistema y que presente ejemplos de este fenómeno.

#### **Subtema 5.6. Catalizadores.**

Se sugiere que el profesor demuestre la gran influencia que tienen los catalizadores sobre la velocidad de las reacciones químicas y que presente ejemplos de la vida cotidiana donde este fenómeno se presenta (convertidores catalíticos de los automoviles, enzimas de los sistemas biológicos, etc.); si el tiempo lo permite, se sugiere que el profesor comente sobre los inhibidores de las reacciones químicas que también afectan sensiblemente las velocidades de reacción.

#### **Prácticas de laboratorio.**

Por el momento no se cuenta con ninguna práctica relacionada con este tema, pero se propone diseñar una práctica que permita evidenciar qué factores afectan la velocidad de una reacción y el efecto de los catalizadores e inhibidores de una reacción química.

#### **Material digital.**

Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/00212.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos10/espre/espre.shtml>

<http://www.iespana.es/mecanicavirtual/catalizadores.htm>

### **Tema 6. Procesos de equilibrio (6.0horas / 1.5 semanas )**

#### **Objetivo:**

El alumno distinguirá los procesos de equilibrio que se presentan en los sistemas ambientales.

#### **Subtema 6.1. Equilibrio heterogéneo. Volatilización. Equilibrio aire agua. Ley de Henry.**

Se sugiere que el profesor explique cómo y cuándo se presenta el equilibrio heterogéneo, qué es la volatilización, qué importancia tiene el equilibrio aire-agua y por qué éste depende de la Ley de Henry.

#### **Subtema 6.2. Constantes de disociación de ácidos y bases, Kps, pH y pK.**

Se sugiere que el profesor aborde este subtema con base en lo que explicó previamente en el subtema 4.1, pero para los casos particulares de ácidos y bases;

así también, se sugiere que se refuerce el concepto de pH y que se realicen ejercicios que involucren Kps y pK.

### **Subtema 6.3. Sorción e intercambio de iones con superficies sólidas.**

Se sugiere que el profesor explique los fenómenos de sorción e intercambio de iones con superficies sólidas, y que les dé ejemplos de su aplicación en la industria.

### **Prácticas de laboratorio.**

Por el momento solo se cuenta con una práctica relacionada con este tema denominada “*Equilibrio Químico*” y que ya se mencionó anteriormente; sin embargo, se propone diseñar una práctica que permita verificar el funcionamiento de las llamadas columnas de intercambio iónico empleadas en el tratamiento de aguas residuales.

### **Material digital.**

Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.uc.cl/quimica/agua/solubili.htm>

<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/constantes%20de%20disociacion.html>

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/juansqui/complequifi4.htm](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/juansqui/complequifi4.htm)

<http://www.excelwater.com/spa/b2c/ix.php>

## **Tema 7. Oxidación-reducción (8.0horas / 2.0 semanas )**

### **Objetivo:**

El alumno examinará las relaciones de oxidación – reducción y de ácido-base en el destino de sustancias en sistemas naturales, así como en los procesos de tratamiento de uso más común.

### **Subtema 7.1. Relaciones de equilibrio.**

Se sugiere que el profesor explique cuáles son las principales relaciones de equilibrio que se presentan en los sistemas naturales y que dé ejemplos.

### **Subtema 7.2. Diagramas de concentración logarítmica.**

Se sugiere que el profesor explique en qué consisten los diagramas de concentración logarítmica y que presente ejemplos de su uso.

### **Subtema 7.3. Procesos electroquímicos.**

Se sugiere que el profesor presente los principales procesos electroquímicos que se presentan en los sistemas naturales mediante ejemplos comunes.

### **Subtema 7.4. Diagramas de pE – pH.**

Se sugiere que el profesor explique en qué consisten los diagramas de pE - pH y que presente ejemplos de su uso.

### **Prácticas de laboratorio.**

Por el momento no se cuenta con ninguna práctica relacionada con este tema, pero se propone diseñar una práctica que permita evidenciar los procesos electroquímicos que se presentan comúnmente en los sistemas naturales.

### **Material digital.**

Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://ricardi.webcindario.com/quimica/oxiredu.htm>  
[www.upct.es/~minaees/analisis\\_aguas.ppt](http://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.ppt)

## **Tema 8. Balances de materia y energía (8.0horas / 2.0 semanas )**

### **Objetivo:**

El alumno aplicará balances de materia y de energía como base para el diseño de reactores y para la solución de problemas ambientales sencillos.

### **Subtema 8.1. Balances de materia. Análisis de reactores.**

Se sugiere que el profesor dé a conocer la importancia que tienen los balances de materia en el diseño de reactores mediante ejemplos sencillos.

### **Subtema 8.2. Balances de energía.**

Se sugiere que el profesor dé a conocer la importancia que tienen los balances de materia en el diseño de reactores mediante ejemplos sencillos.

### **Prácticas de laboratorio.**

Por el momento no se cuenta con ninguna práctica relacionada con este tema.

### **Material digital.**

Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.fortunecity.com/campus/earlham/850/balances1.htm>  
<http://www.mitecnologico.com/ig/Main/IntroduccionBalanceDeMateriaYEnergia>

## **Tema 9. Química atmosférica (4.0horas / 1.0 semana )**

### **Objetivo:**

El alumno distinguirá entre la química general del ozono troposférico (smog urbano) y la merma del ozono estratosférico (agujero de ozono).

### **Subtema 9.1. Química del ozono estratosférico.**

Se sugiere que el profesor dé a conocer a sus alumnos las principales reacciones en las que se involucra el ozono y que se llevan a cabo en la estratosfera.

### **Subtema 9.2. Química del ozono troposférico.**

Se sugiere que el profesor dé a conocer a sus alumnos las principales reacciones en las que se involucra el ozono y que se llevan a cabo en la troposfera.

### **Prácticas de laboratorio.**

Por el momento no se ha diseñado una práctica alusiva a este tema.

**Material digital.**

Se sugiere consultar las direcciones electrónicas siguientes para apoyarse en el desarrollo de este tema:

<http://www.unep.org/ozone/faq-sp.shtml>

<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy36/clorofl1.htm>

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/RC-24.htm>

<http://www.jccm.es/medioambiente/rvca/ozonotropos.htm>

<http://html.rincondelvago.com/contaminantes-atmosfericos.html>