Desarrollo de competencias transversales del idioma inglés en el alumnado de Química Analítica.

Laura Cubillana Aguilera*, José Mª Palacios Santander*, Ignacio Naranjo Rodríguez*, José Luis Hidalgo Hidalgo de Cisneros*, Dolores Bellido Milla, Mª Dolores Granado Castro*

*Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias

laura.cubillana@uca.es

RESUMEN: El presente trabajo consiste en la traducción a un segundo idioma (inglés), de forma gradual, de los contenidos de las asignaturas Química Analítica I y Química Analítica II, correspondientes al segundo curso del Grado en Química. En dicha traducción se pretende implicar al alumnado a través de actividades académicamente dirigidas. Los alumnos trabajarán en grupo para traducir al inglés los contenidos de las asignaturas establecidos por el profesorado y que les servirán para conocer el vocabulario científico-técnico básico empleado en la docencia de dichas asignaturas. De igual modo, y de forma gradual, se irán introduciendo a lo largo del desarrollo de las clases diverso tipo de material (vídeos, transparencias, explicaciones, ejercicios y problemas, etc.) completamente en inglés, para que poco a poco, el alumnado se vaya habituando al empleo de dicho idioma, que es de vital importancia en el ámbito de las Ciencias Experimentales.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, Química Analítica, desarrollo competencial, competencias transversales, inglés, evaluación, material docente.

INTRODUCCIÓN

Con la reciente entrada en vigor de los nuevos planes de estudios correspondientes a los diferentes Títulos de Grado en la Universidad de Cádiz (UCA), nuestra inserción en el EEES es ya un hecho consolidado. Dicha inserción va acompañada intrínsecamente de un proceso de internacionalización de la universidad: los crecientes convenios de intercambio de estudiantes Erasmus amplían el número de alumnos extranjeros que recibimos en las aulas y en los laboratorios, aumentando la participación en programas de grado y posgrado a nivel internacional, y de ahí se deriva la necesidad de asegurar también la formación de nuestros alumnos en una competencia transversal básica y común a todos los nuevos Grados como es la comunicación en una segunda lengua. En el área científico-tecnológica, la lengua de referencia es el inglés.

Concretamente, en la Memoria del Grado en Química *(1)*, dentro de los Objetivos Generales del Título, se establece la Acreditación del Nivel de Idioma Extranjero como una competencia básica y fundamental que se pretende desarrollar y evaluar dentro del citado Título. Además, en la materia Química Analítica, del Módulo Fundamental del Grado, y dentro de las Competencias Básicas o Transversales, aparece específicamente recogida la competencia: B4. Acreditación del conocimiento de una lengua extranjera. Es más, de acuerdo con la política de formación en idiomas de aplicación a la nueva Ordenación de Enseñanzas Oficiales (Estudios de Grado), definida por la Universidad de Cádiz *(2)*, todos los alumnos deberán haber alcanzado un nivel acreditado de idiomas para obtener el Título de Grado. Para el Grado en Química, la propuesta inicial es que los alumnos acrediten conocimientos de inglés a un nivel igual o superior a B1, según el Marco Europeo Común de Referencia para las Lenguas (MECRL).

Por esta razón, desde el Departamento de Química Analítica, y más concretamente, a través de las asignaturas de Química Analítica I y Química Analítica II, correspondientes al primer y segundo semestre, respectivamente, del segundo curso del Grado en Química, nos planteamos iniciar y ayudar al alumno en el proceso de adquisición del conocimiento científico utilizando un segundo idioma (inglés) como vehículo de comunicación. El profesorado implicado en dichas asignaturas comparte la necesidad de llevar a cabo esta labor y, por consiguiente, fruto de esa inquietud surge el presente proyecto. Además, dadas las peculiaridades de la docencia de dicha titulación, en la que las dos asignaturas mencionadas comparten docencia entre el alumnado de segundo curso del Grado en Química y del Grado en Enología *(3)*, los estudiantes de esta segunda titulación también participaron en el proyecto.

Obviamente, y aunque no es necesario resaltarlo, los docentes implicados no son expertos a la hora de acreditar el conocimiento de un estudiante en una lengua extranjera; para este fin, la UCA ha establecido los correspondientes mecanismos dentro de su política de formación en idiomas. Sin embargo, el profesorado ha perfeccionado su nivel competencial en comunicación en lengua inglesa gracias a la formación recibida durante los últimos cinco años en el Departamento de Química Analítica, mediante el desarrollo de varios programas de formación del profesorado financiados por los Planes de Desarrollo del Personal Docente e Investigador (PDI) de la UCA y las Convocatorias de Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente, Formación del Profesorado y Difusión de Resultados, del Vicerrectorado de Docencia y Formación, a través de su Unidad de Innovación Docente; gracias también a la participación docente en programas de enseñanza internacionales (Máster Erasmus Mundus, Aula Universitaria Hispano-Rusa); y, también, debido al empleo continuo, a nivel investigador (proyectos, artículos, contactos en el extranjero, etc.) del idioma inglés. Por consiguiente, nos consideramos capacitados para desarrollar una parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando, hasta ciertos límites, el idioma inglés como vehículo de comunicación.

En consecuencia, el presente proyecto se fundamenta en la traducción al inglés, si no de todos, de la gran mayoría de los materiales empleados para el desarrollo de la docencia de las asignaturas de Química Analítica I y II, cuyos contenidos

forman parte también de otros proyectos de innovación de nuestro departamento, los cuales se verían así reforzados. Entre los materiales a traducir, se encuentran: transparencias de los temas, vídeos, guiones de prácticas, hojas de problemas, etc. En la realización de este trabajo, se implicará en gran medida a los alumnos matriculados en ambas asignaturas. Además, se fomentará el uso de la bibliografía (libros, artículos de investigación, artículos de divulgación, etc.) y demás material complementario en inglés.

Por último, cabe resaltar, que dicho trabajo se continuará en el futuro con vistas a alcanzar el objetivo final de disponer de todo el material docente de ambas asignaturas en modo bilingüe (español-inglés), con vistas a su posterior utilización, no sólo por el alumnado español, sino también por los alumnos extranjeros (Erasmus o pertenecientes a cualquier otro programa de intercambio) que acudan a estudiar a nuestro centro.

MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, al principio de cada semestre, el 1º, en el caso de la asignatura Química Analítica I (QA-I), y el 2º, en el caso de la Química Analítica II (QA-II), ambas pertenecientes al 2º curso del Grado en Química y del Grado en Enología, con docencia compartida en ambas asignaturas, tal y como se ha comentado anteriormente, y coincidiendo con la presentación de cada una de ellas, los coordinadores de las mismas llevaron a cabo la exposición del proyecto a los alumnos.

En varias diapositivas, realizadas en PowerPoint (ver Anexo 1), y durante la presentación oficial de las asignaturas, se les explicaron los siguientes aspectos relativos al mismo: *i)* nombre y objetivos del proyecto; *ii)* asignaturas implicadas; *iii)* metodología de la actividad; *iv)* cómo encajaba dicha actividad dentro de las asignaturas; *v)* fecha límite de entrega de los trabajos; y *vi)* herramientas a emplear. Dicha presentación, además, se realizó en inglés.

Los objetivos de la actividad, presentada como una Actividad Académicamente Dirigida, incluidas dentro de la Programación Docente de las dos asignaturas *(4, 5)* y, por tanto, susceptible de evaluación por el profesorado, fueron los siguientes:

1. Introducción paulatina de la enseñanza de la Química Analítica en un segundo idioma (inglés).
2. Dotar al alumnado del vocabulario científico-técnico en un segundo idioma (inglés) necesario para acometer el aprendizaje de la Química Analítica.
3. Implementar el aprendizaje cooperativo de conceptos básicos de la Química Analítica dentro del marco de la adquisición de competencias transversales en un segundo idioma (inglés).
4. Disponer de forma gradual, en las asignaturas implicadas, de todo el material docente bilingüe (español-inglés).

Justo antes del comienzo del curso, se llevó a cabo el pedido de los materiales que se pondrían a disposición de los alumnos: dos diccionarios científico-técnicos bilingües. Las características de ambos se especifican a continuación:

1. Wiley's English-Spanish, Spanish-English Chemistry Dictionary. Diccionario De Química Inglés-Español, Español-Inglés. Kaplan, Steven M. ISBN: 9780471249238.
2. Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa / Polytechnic Dictionary of Spanish and English Languages (vol. 1: Inglés-español / english-spanish). Beigbeder Atienza, Federico; Beigbeder Fernández-Puente, José Miguel. ISBN: 9788479788704.
3. Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa / Polytechnic Dictionary of Spanish and English Languages (vol. 2: Español-inglés / spanish-english). Beigbeder Atienza, Federico; Beigbeder Fernández-Puente, José Miguel. ISBN: 9788479788711.

Hay que resaltar que hubo problemas con el suministrador del primero de ellos y tuvimos que cambiar de proveedor un mes después de comenzar el curso. Por lo que el primer diccionario científico-técnico tardó un poco más en ser puesto a disposición de los alumnos.

Más aún, en las páginas del Campus Virtual de cada una de las asignaturas y en un apartado especial, también se facilitó a los alumnos diversa información correspondiente a recursos disponibles en la web que podrían serles de utilidad para el desarrollo de la actividad. Es decir, además de soporte físico, también se facilitó al alumnado soporte virtual para llevar a cabo su trabajo. Entre las direcciones web suministradas cabe destacar las siguientes:

- http://www.thefreedictionary.com/
- http://www.howjsay.com/
- http://www.wordreference.com/es/
- http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-spanish/
- http://www.diccionarios.com/
- http://traductor.babylon.com/
- http://diccionario.reverso.net/
- http://www.idiomax.com/es/online-dictionary.aspx
- http://www.spanishdict.com/diccionario

La fecha de entrega de la actividad fue establecida al final de cada semestre y, preferiblemente, antes del inicio del periodo correspondiente a la primera convocatoria oficial de exámenes: 23 de enero y 7 de junio, para Química Analítica I y Química Analítica II, respectivamente, con el objetivo de que dicha actividad no entorpeciese el estudio y preparación de los exámenes. Por consiguiente, los estudiantes dispondrían de un semestre completo para realizar el trabajo y entregar los resultados.

La metodología de trabajo se basó, fundamentalmente, en el trabajo en grupo. Para ello, los estudiantes, de acuerdo con su afinidad, se distribuyeron por grupos de entre 5 y 7 alumnos, en función del número de estudiantes por cada asignatura. En un par de semanas, los grupos quedaron perfectamente establecidos, presentando la distribución que se muestra a continuación:

Asignatura	Nº grupos	Nº alumnos/grupo
QA-I	5	5-7
QA-II	5	6-7

Tabla 1. Distribución por grupos de los alumnos, según la asignatura, para la realización de la actividad.

En QA-I, la organización se hizo en 5 grupos: 2 de 7, 2 de 6 y 1 de 5 alumnos; y en QA-II, los alumnos se distribuyeron en 4 grupos de 6 estudiantes y 1 grupo de 7.

Para cada asignatura se presentó una lista de los contenidos de enseñanza-aprendizaje susceptibles de ser traducidos por los grupos de estudiantes. La elección de dichos contenidos se llevó a cabo en una reunión previa del profesorado implicado y considerando los siguientes criterios:

- Relevancia del contenido.
- Grado de utilidad del contenido una vez traducido.
- Trabajo autónomo del estudiante en las asignaturas implicadas y en el resto de asignaturas de las titulaciones.

En otras palabras, primero se traducirían aquellos documentos que, según el profesorado de la asignatura, fuesen más relevantes para el desarrollo de la competencia transversal en un segundo idioma, y que, al mismo tiempo, aglutinase el vocabulario fundamental y más útil para el estudiante. En segundo lugar, los contenidos deberían tener un alcance y grado de utilidad importante. Y, finalmente, la actividad no podía ser demasiado extensa, puesto que había otras actividades académicamente dirigidas relevantes para el desarrollo de la asignatura y, además, los alumnos tenían que compatibilizar nuestra asignatura con al menos otras 4 asignaturas más del grado en cada semestre. Por tanto, la carga de trabajo no podía ser excesiva.

La lista de documentos a traducir estaba compuesta por los siguientes contenidos de enseñanza-aprendizaje:

1. Guiones de prácticas de laboratorio.
2. Diapositivas de los temas.
3. Hojas de problemas correspondientes a los temas.

En el caso de la asignatura QA-II, el coordinador de la misma, consideró no proponer de momento la traducción de las diapositivas de los temas, puesto que según su experiencia de años anteriores con alumnos Erasmus, los guiones de prácticas y hojas de problemas eran más importantes. El profesorado implicado decidió respetar la recomendación del coordinador de QA-II y, por ello, para la AAD de esta asignatura sólo se propusieron los contenidos 1 y 3, dejando el contenido 2 para la futura aplicación del proyecto en cursos posteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

31 alumnos matriculados en las asignaturas QA-I y QA-II participaron en la actividad. Por titulaciones, la distribución sería la siguiente: 25 pertenecientes al Grado en Química y 6 al Grado en Enología. Los contenidos a traducir por cada uno de los grupos, dentro de cada asignatura, pueden verse en la Tabla 2.

	QA-I	QA-II
Grupo 1	P1, T1, HP3	P6, HP5,6
Grupo 2	P2, T2, HP5	P1, HP1[1]
Grupo 3	P3, T3, HP6	P2, P4
Grupo 4	P4, T4, HP4	P3, HP1[2], HP3[3]
Grupo 5	P5, T5, HP7	P5, HP3[4]

Tabla 2. Distribución de los contenidos de enseñanza-aprendizaje elegido por cada grupo según las asignaturas, donde P: guión de prácticas, T: diapositivas de los temas, HP: hojas de problemas de los temas. [1] Apartado de estadística. [2] Apartado de estequiometria. [3] 5 primeros problemas. [4] 15 últimos problemas. Los números hacen referencia a los distintos temas.

En la asignatura QA-I, cada grupo llevó a cabo la traducción de un guión de prácticas. Paralelamente, los alumnos tradujeron las primeras 20 diapositivas de los temas, dada la extensión de los mismos. Finalmente, con respecto a las hojas de problemas, con el fin de no incrementar mucho el trabajo, los grupos pasaron al inglés solamente los 10 primeros enunciados de los problemas/ejercicios de cada unidad del temario.

En el caso de la QA-II, se tradujeron también todos los guiones de prácticas, así como todas las hojas de problemas correspondientes a aquellos temas complementados con colecciones de ejercicios. Como se ha comentado en el apartado anterior, no se propusieron las diapositivas de los temas para su traducción.

Como ejemplo de traducción, incluida en el Anexo 2, en la Figura 1 puede observarse la diapositiva 14 correspondiente al Tema 4: Equilibrios Ácido-Base de la asignatura QA-I y su equivalente en castellano. Dicha diapositiva no ha sido retocada ni corregida por el profesorado y se ha escogido para demostrar el buen nivel de trabajo de que han hecho gala los alumnos a lo largo de la actividad. El Anexo 2 también incluye ejemplos correspondientes a enunciados de problemas del Tema 6: Equilibrios Heterogéneos de Precipitación, también de QA-I, y la Práctica 6: Separación de una Mezcla de Fe-Ni Mediante Cromatografía de Intercambio Iónico, perteneciente al temario de QA-II.

Otro ejemplo de traducción lo constituye el siguiente problema, correspondiente al ejercicio nº 1 de la Hoja de Problemas del Tema 4: Equilibrios Ácido-Base:

- Original: *Describa o defina brevemente, poniendo ejemplos en cada caso: a) electrolito débil; b) ácido de Brönsted-Lowry; c) base conjugada de un ácido de Brönsted-Lowry; d) disolvente anfiprótico; e) autoprotólisis; f) ácido fuerte; g) disolvente diferenciador; h) disolvente nivelador.*

- Traducción: *Briefly describe or define, giving examples in each case: a) weak electrolyte; b) Bronsted-Lowry acid; c) conjugated base of a Bronsted-Lowry acid; d) amphiprotic solvent; e) autoprotolysis; f) strong acid; g) differentiator solvent; h) leveling solvent.*

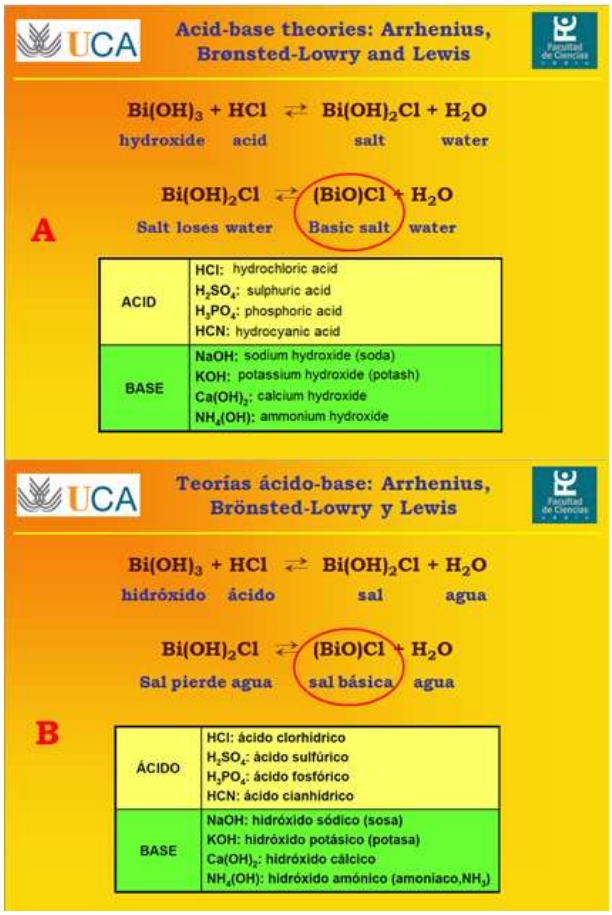


Figura 2. Ejemplo de traducción (A) correspondiente a la diapositiva nº 14 del Tema 4: Equilibrios Ácido-Base, de la asignatura QA-I frente al original del profesor (B).

Como puede comprobarse, el resultado es bastante aceptable, sobre todo para la asignatura QA-I. En cuanto a QA-II y en general, los resultados fueron también bastante buenos, exceptuando el trabajo realizado por el Grupo 5, el cual, y como se comprobará posteriormente, recibió una nota un poco inferior al resto. La explicación, en este caso, está relacionada con la entrega unos días después de la fecha límite, principalmente, por el hecho de que los alumnos dejaron todo el trabajo para el final, en vez de hacerlo de forma paulatina a lo largo del semestre.

Las correcciones de los materiales fueron llevadas a cabo de acuerdo a la distribución expuesta en la Tabla 3. Cada profesor corregiría parte de los materiales en los que su docencia se viese más implicada: apartado de teoría (T) o de prácticas (P).

Profesor	Asignatura	Material
Prof. 1	QA-I	P
Prof. 2	QA-I y QA-II	T/P
Prof. 3	QA-II	T/P
Prof. 4	QA-II	P
Prof. 5	QA-I	P
Prof. 6	QA-I	T/P

Tabla 3. Distribución de los materiales a corregir por el profesorado. T: teoría y P: prácticas.

Para terminar, en la Figura 2, se recogen las calificaciones obtenidas por cada uno de los grupos de acuerdo al trabajo realizado. El valor de la calificación asignado a cada grupo le fue otorgado individualmente a cada alumno. En el caso de la QA-I, las calificaciones fueron todas iguales; tan sólo hubo variaciones en el caso de QA-II, por las razones expuestas anteriormente. También hay que resaltar el hecho de que los conceptos y el vocabulario de QA-I son un poco más generales, dentro de la rama de la Química, que el de QA-II, donde existe un poco más de especificidad.

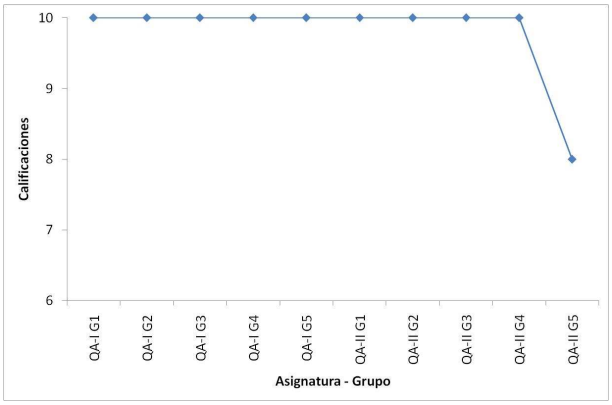


Figura 2. Calificaciones obtenidas por los alumnos en la AAD.

CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha presentado una actividad realizada con alumnos de 2º curso de los Grados en Química y en Enología consistente en llevar a cabo traducciones de parte de los materiales docentes utilizados en dos asignaturas: Química Analítica I y Química Analítica II.

Los alumnos se distribuyeron en diversos grupos de entre 5 y 7 estudiantes para acometer, en la forma de una actividad académicamente dirigida y evaluable dentro de las asignaturas, la traducción de diversos contenidos de enseñanza-aprendizaje: guiones de prácticas, hojas de problemas y diapositivas de los temas.

El resultado final de la actividad ha sido bastante bueno, puesto que los materiales producidos por los estudiantes gozan de una calidad bastante elevada, disminuyendo así la labor correctora del profesorado.

El objetivo final que se persigue es el de disponer de los materiales docentes para ambas materias en modo bilingüe,

español-inglés, para su posterior puesta a disposición en la plataforma del Campus Virtual, con vistas a su utilización tanto por los alumnos nacionales como extranjeros, procedentes de distintos programas de intercambio.

REFERENCIAS

1. *Memoria del Grado en Química.* Universidad de Cádiz. **2009**.
2. *Política Lingüística de la Universidad de Cádiz*. Consejo de Gobierno de la Universidad de Cádiz, BOUCA nº 116. **2011**, 10-18.
3. *Memoria del Grado en Enología.* Universidad de Cádiz. **2011**.
4. Programación docente de la asignatura Química Analítica I, correspondiente al 2º curso del Grado en Química. http://asignaturas.uca.es/wuca_asignaturasttg1213_asignatura?titul=40208&asign=40208011&dpto=C126. Apartado de 'Actividades Formativas', punto 10 'Actividades Formativas No Presenciales'.
5. Programación docente de la asignatura Química Analítica I, correspondiente al 2º curso del Grado en Enología. http://asignaturas.uca.es/wuca_asignaturasttg1213_asignatura?titul=40212&asign=40212038&dpto=C126. Apartado de 'Actividades Formativas', punto 10 'Actividades Formativas No Presenciales'.

ANEXOS

PI_13_028_Anexo 1_Presentacion_Proyecto.pdf

PI_13_028_Anexo 2_Ejemplos_Materiales.pdf

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos encarecidamente el interés, la motivación, el trabajo y el esfuerzo realizado por los alumnos para la realización de parte del presente trabajo.

De igual modo, agradecemos la financiación recibida del Vicerrectorado de Docencia y Formación, a través de la Unidad de Innovación Docente, por el Proyecto de Innovación y Mejora Docente PI1_13_028.

Anexo I:

Presentación de la Actividad

Desarrollo de la Competencia Transversal del Idioma Inglés (AAD 6)

Development of transversal skills in English language

PI_13_028:

Desarrollo de competencias transversales del idioma inglés en el alumnado de Química Analítica.

Subjects involved: Analytical Chemistry I & II.

Objectives:

1) To introduce the teaching of Analytical Chemistry in English language.
2) To get familiar with the scientific-technical vocabulary concerning Analytical Chemistry in English language.
3) To use cooperative learning to understand basic concepts in Analytical Chemistry.
4) To generate the material of the two subjects completely in English.

Development of transversal skills in English language

Activity:

- **Teamworking according to number of students (5).**
- **To carry out several Spanish-English translations:**

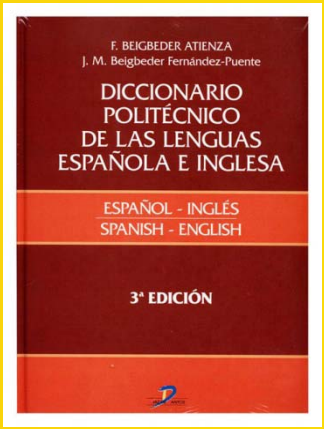
1. **A lab guide/group.**
2. **The 1st 20 slides of units 1 to 5 (1/group).**
3. **The 1st 10 exercises corresponding to the problem sheets of units 3 to 7.**

Deadline: **January 23th, 2013.**

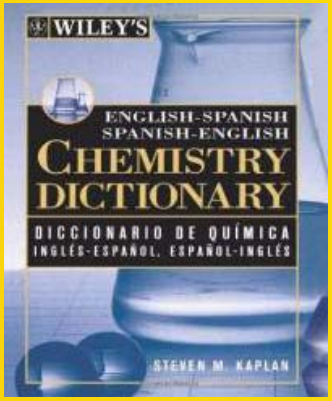
Tools: **Scientific and technical Spanish-English and English-Spanish dictionaries.**

Development of transversal skills in English language

1. ***Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa,*** **Federico Beigbeder Atienza, José Miguel Fernández Puente, 2 vols. Ed. Díaz de Santos (2008).**



2. ***Wiley's English-Spanish, Spanish-English Chemistry Dictionary,*** **S. M. Kaplan, Ed. John Wiley and Sons (1998).**



Anexo II:

Ejemplos de Materiales: Diapositivas

(QA-I)

Analytical Chemistry I

Acid-base Equilibria

Year 2012/2013

Objetives

- To remember the different acid-base theories and the most important aspects of this equilibrium.
- To use element's periodic properties to understand acid-base properties of substances.
- Description of a systematic methodology to calculate pH of different protonic solutions pH and the concentration of the species present in these equilibria.
- To study the characteristics of pH buffer solutions, paying special interest on their preparation.

Objetives

- To show the students the importance of acid-base equilibrium plots.
- To increase students' knowledge about these equilibria, showing how these plots permit visualizing the overall behaviour of the species involved in them.
- To instill the complementary character of these plots versus procedures of numerical calculation.

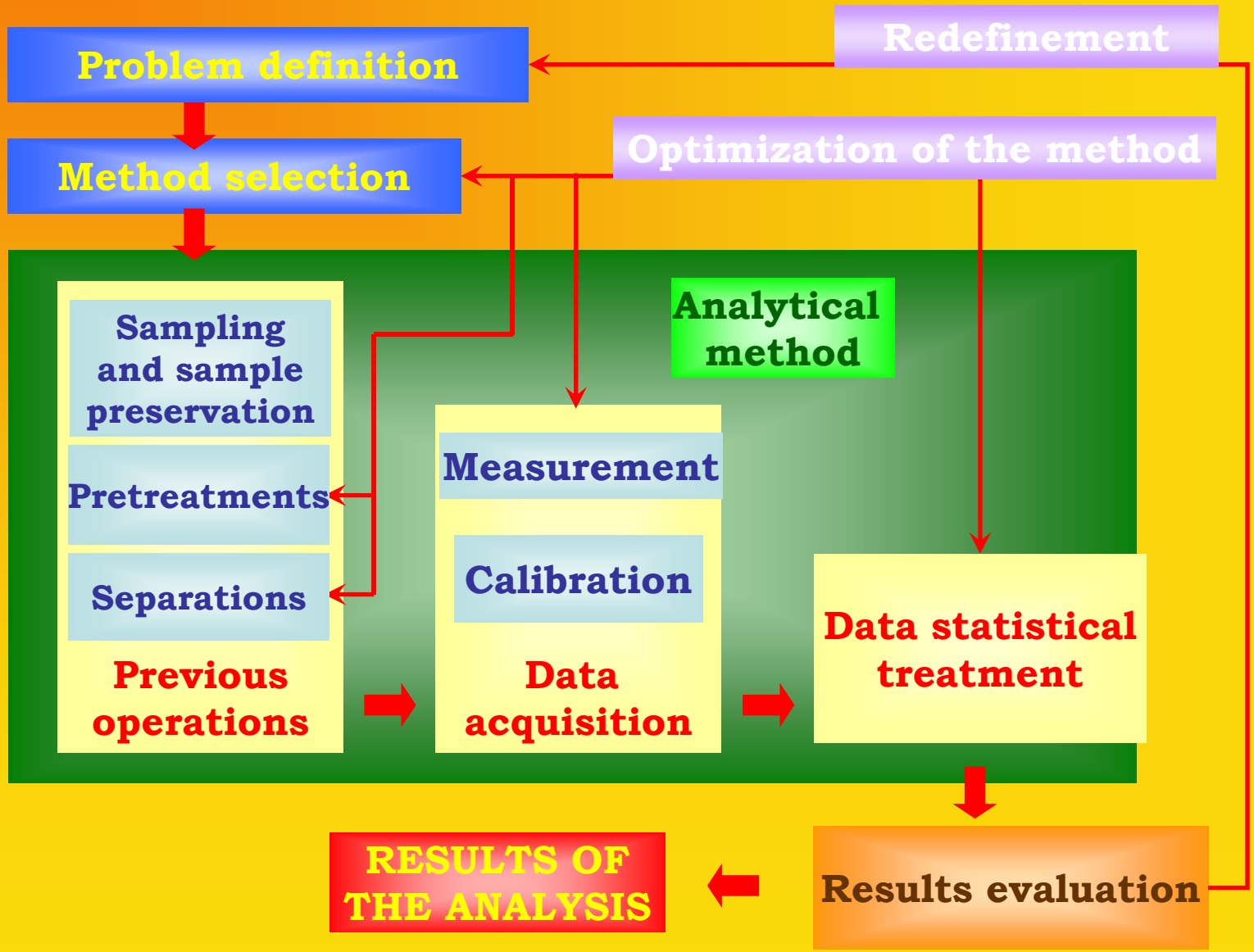
Outlines

1. Introduction.
2. Acid-base theories: Arrhenius, Brönsted-Lowry and Lewis.
3. Properties of acids and bases.
4. Calculation of the pH of a strong acid or base solution.
5. Calculation of the pH of a weak acid or base solution.
6. Calculation of the pH of a weak acid or base solution in presence of its acid or base conjugated.
7. Composition of polybasic acid solutions as a function of pH.

Outlines

8. Periodic properties of acids and bases.
9. Concept of hydrolysis .
10. Calculation of the pH of salts solutions.
11. pH buffer solutions.
12. Protonic systems plots: concentration logarithmic plots and distribution plots.
13. Bibliography

The analytical process

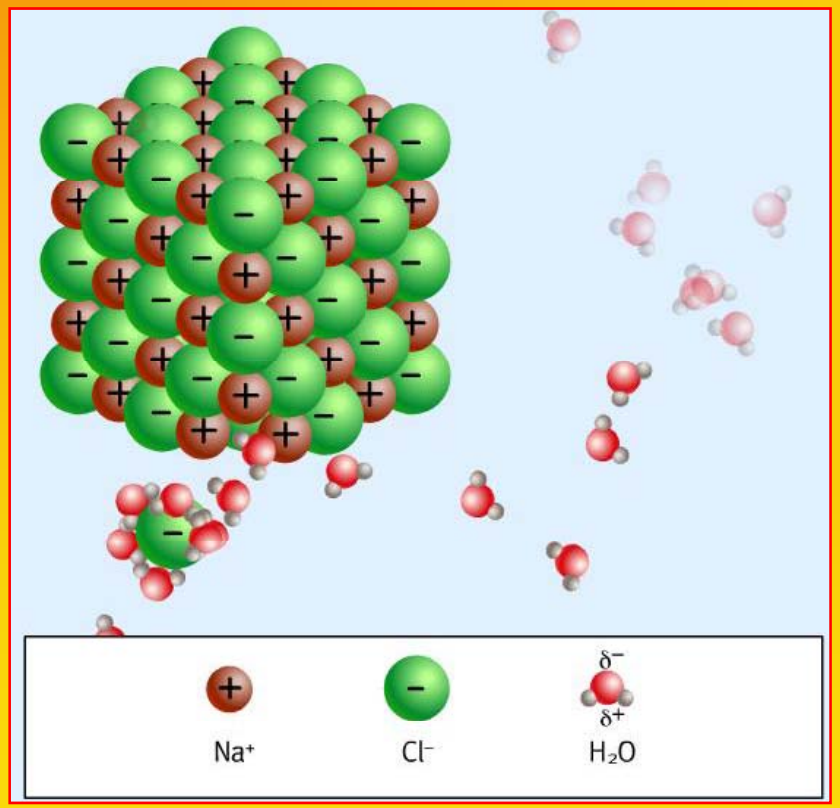


Introduction

Introduction

Previous concepts:

- **Electrolyte: Solute dissociated into ions.**



Introduction

Strong electrolytes → **Complete or nearly complete ionization.**

HNO_3, H_2SO_4, HBr, $N(OH)_2$, MOH, $HClO_4$, HCl, HI, $HBrO_3$, $HClO_3$, salts, etc.

Weak electrolytes → **Parcial ionization.**

H_2CO_3, H_2S, H_2SO_3, NH_3, H_3PO_4, H_3BO_3, Most organic acids and bases, halides, cyanides and thiocyanates of Hg, Zn and Cd, etc.

Introduction

According to their properties (historically):

- Stain red the litmus paper.
- Spiciness.
- They react with bases to form salts.

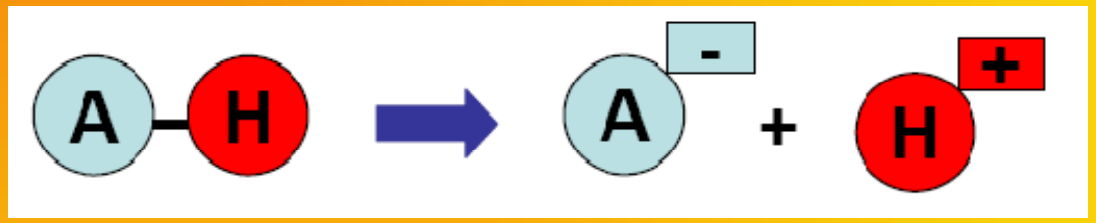
- Stain blue the litmus paper.
- Bitter and sweet touch.
- They react with acids to form salts.

Acid-base theories: Arrhenius, Brönsted-Lowry and Lewis

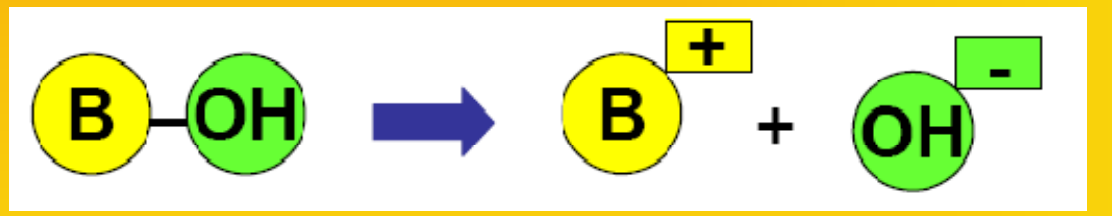
Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

Arrhenius' acid-base theory :

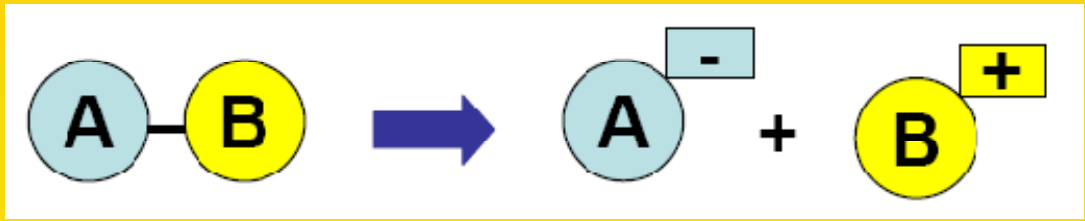
1. **Acid**: substance that produces ions H^+ (protons).



2. **Base:** substance that produces ions OH^- (hydroxyls).

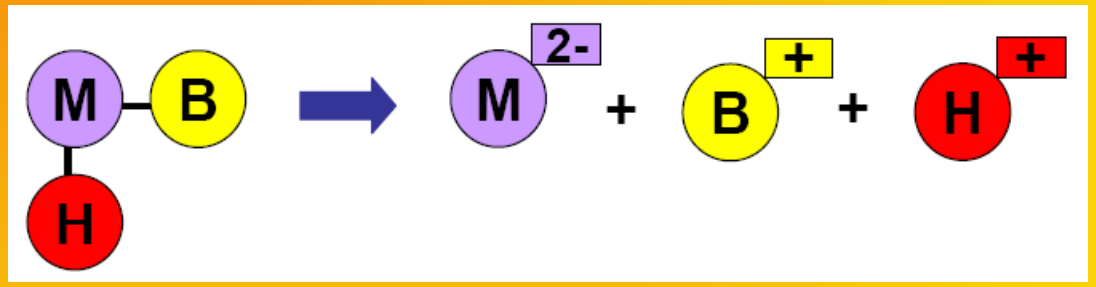


3. **Neutral salt:** substance that produces different ions from H^+ and OH^- when it is dissolved.

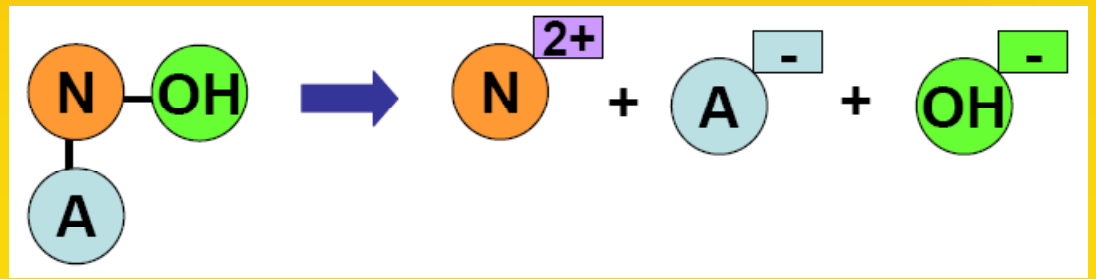


Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

4 **Acid salt**: substance that produces two types of cations H^+ and B^+ when it is dissolved.



5 **Basic salt:** substance that produces two types of anions OH^- and A^- when it is dissolved .



Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

$$Bi(OH)_3 + HCl \rightleftarrows Bi(OH)_2Cl + H_2O$$

hydroxide acid salt water

$$Bi(OH)_2Cl \rightleftarrows (BiO)Cl + H_2O$$

Salt loses water Basic salt water

ACID	HCl: hydrochloric acid H_2SO_4: sulphuric acid H_3PO_4: phosphoric acid HCN: hydrocyanic acid
BASE	NaOH: sodium hydroxide (soda) KOH: potassium hydroxide (potash) $Ca(OH)_2$: calcium hydroxide $NH_4(OH)$: ammonium hydroxide

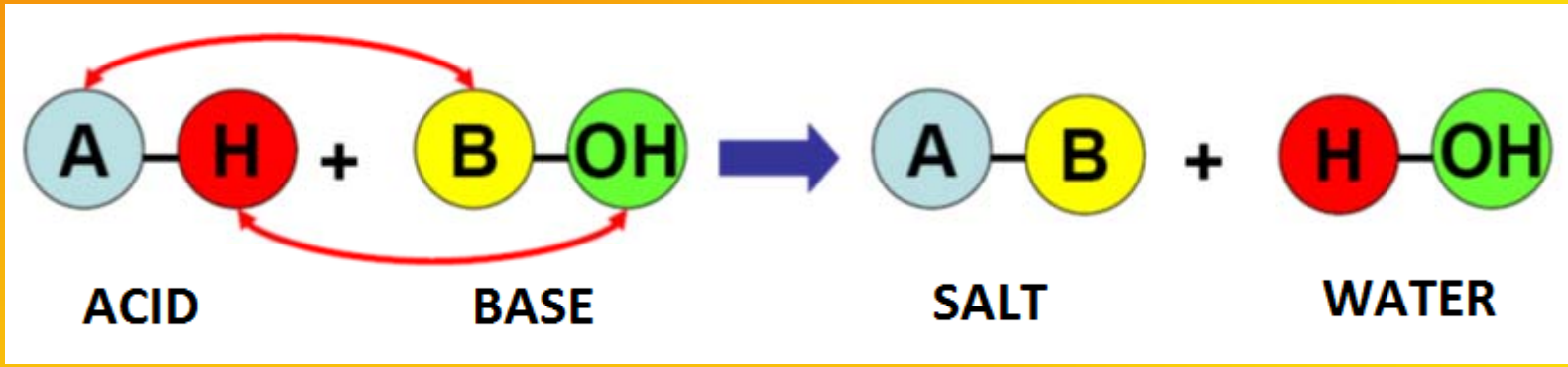
Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

NEUTRAL SALT	NaCl: sodium chloride (common salt) $FeSO_4$: ferrous sulfate $AlPO_4$: aluminium phosphate $BaCO_3$: barium carbonate
ACID SALT	$KHSO_4$: potassium acid sulfate $HNaCO_3$: sodium acid carbonate
BASIC SALT	Mg(OH)I: basic iodide of magnesium $Bi(OH)_2NO_3$: basic nitrate of bismuth(III) (BiO)Cl: bismuth oxychloride (III) * UO_2SO_4: uranyl sulfate *

***Exception to the rule: they have lost water and the only one that remains is the oxygen.**

Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

- **Defining neutralization according to Arrhenius:**



Examples:

$$HCl + NaOH \rightleftarrows NaCl + H_2O$$

$$2\ HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftarrows Ca(NO_3)_2 + 2\ H_2O$$

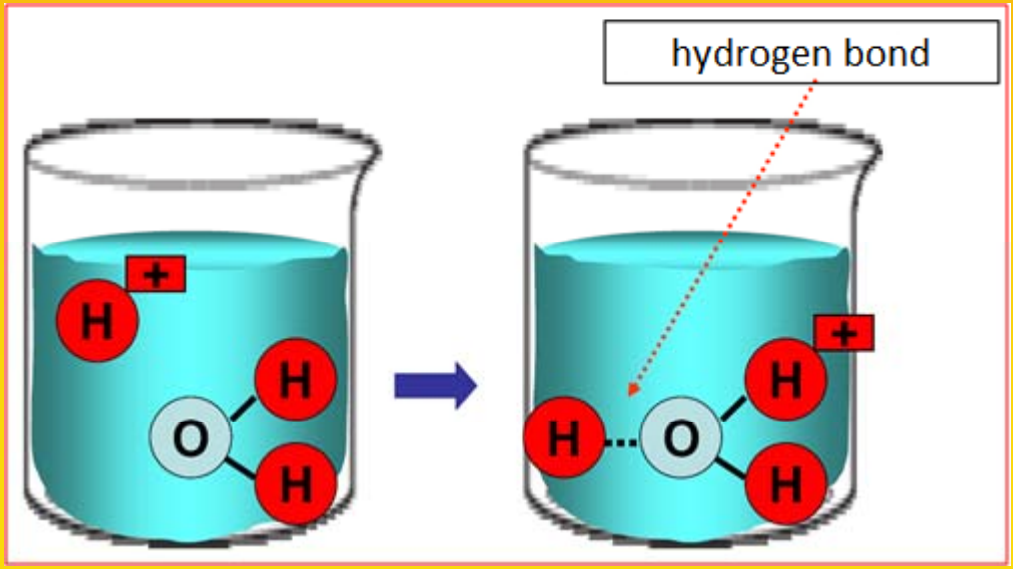
Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

6 **Amphoteric species:** Substance that can produce ions H^+ or OH^-.

Examples:

$$HCl + H_2O \rightleftarrows Cl^- + H_3O^+$$

$$H_2O + NH_3 \rightleftarrows OH^- + NH_4^+$$

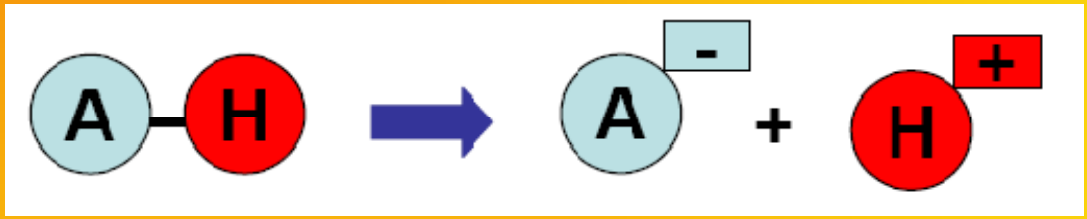


Disadvantage of Arrhenius' theory: there are substances without OH^- ions that behaves as bases.

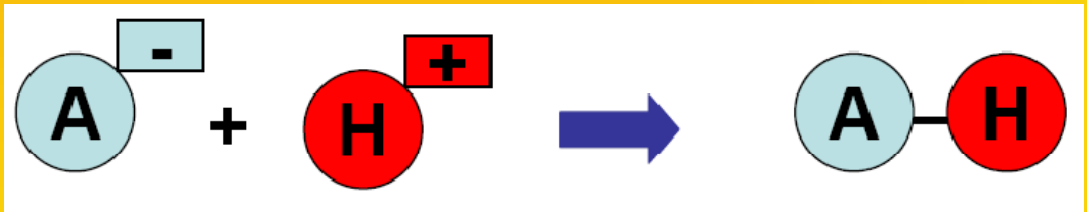
Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

Brönsted-Lowrys' acid–base theory :

1. **Acid**: substance that donates protons (H^+).



2. **Base:** substance that accepts protons (H^+).



Acid ⟷ Base + H^+

conjugated system

Protonic substances

Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

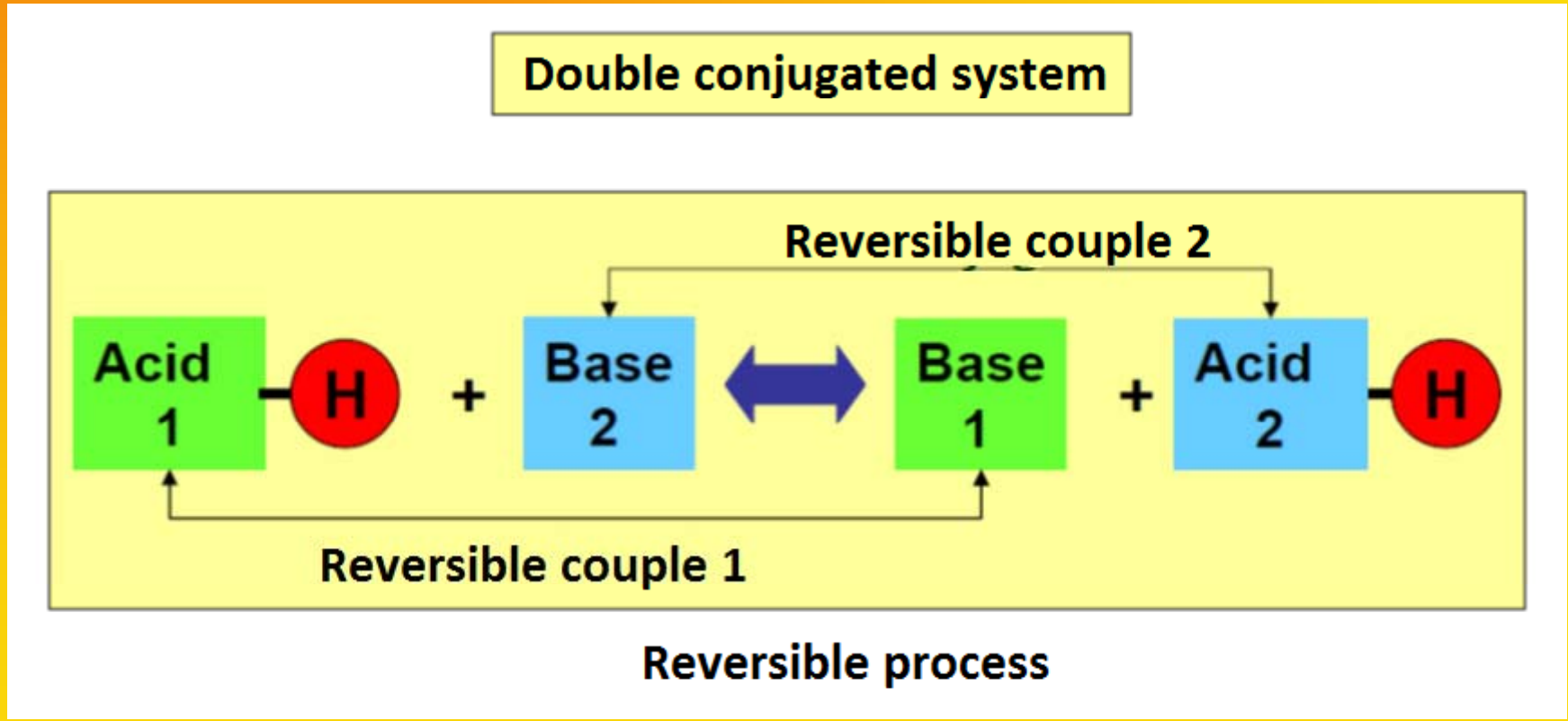
Examples of conjugated systems

Acid		Base + H^+
CH_3COOH	⟷	CH_3COO^- + H^+
NH_4^+	⟷	NH_3 + H^+
H_3PO_4	⟷	$H_2PO_4^-$ + H^+
H_2CO_3	⟷	HCO_3^- + H^+
HCO_3^-	⟷	CO_3^{2-} + H^+

Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis

- **Monoprotic acid:** gives 1 H^+.
- **Monoprotic base:** accepts 1 H^+.
- **Diprotic acid (base):** gives (accepts) 2 H^+.
- **Poliprotic acid (base):** gives (accepts) several H^+.
- **Ampholyte (with amphiprotic behavior):** it can accept (base) or give (acid) H^+.
- **Protonic reactions:** between protonic substances.
- **Protolysis:** transference of a proton from an acid to its conjugated base.

Acid-base theories: Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis



Anexo II:

Ejemplos de Materiales:

Hoja de Problemas

(QA-I)

UCA Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias
Departamento de Química Analítica
Campus Universitario Puerto Real
Avenida República Saharaui, s/n
11510 Puerto Real (Cádiz)
Tel. 956016364. Fax. 956016460

EXERCISES OF LESSON 6:
"HETEROGENOUS EQUILIBRIA OF PRECIPITATION".

1. Calcular la solubilidad y las concentraciones en equilibrio de las diferentes especies en los siguientes casos: a) $BaSO_4$; b) Ag_2CrO_4; c) MgF_2; d) $Ca_3(PO_4)_2$; e) AgI. Datos: $K_{ps}(BaSO_4) = 1\times10^{-10}$; $K_{ps}(Ag_2CrO_4) = 1\times10^{-12}$; $K_{ps}(MgF_2) = 1\times10^{-8,2}$; $K_{ps}(Ca_3(PO_4)_2) = 1\times10^{-26}$; $K_{ps}(AgI) = 1\times10^{-16,1}$.

Respuestas: a) $s = [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1\times10^{-5}$ M; b) $s = [CrO_4^{2-}] = 6,3\times10^{-5}$ M; $[Ag^+] = 1,3\times10^{-4}$ M; c) $s = [Mg^{2+}] = 1,2\times10^{-3}$ M; $[F^-] = 2,4\times10^{-3}$ M; d) $s = 2,5\times10^{-6}$ M; $[Ca^{2+}] = 5\times10^{-6}$ M; $[PO_4^{3-}] = 7,5\times10^{-6}$ M; e) $s = [Ag^+] = [I^-] = 8,9\times10^{-9}$ M.

1. Calculate the solubility and the equilibrium concentrations of the different species in the following cases: $BaSO_4$; b) Ag_2CrO_4; c) MgF_2; d) $Ca_3(PO_4)_2$; e) AgI. Data: $K_{sp}(BaSO_4) = 1\times10^{-10}$; $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 1\times10^{-12}$; $K_{sp}(MgF_2) = 1\times10^{-8.2}$; $K_{sp}(Ca_3(PO_4)_2) = 1\times10^{-26}$; $K_{sp}(AgI) = 1\times10^{-16.1}$.

Answers: a) $s = [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1\times10^{-5}$ M; b) $s = [CrO_4^{2-}] = 6.3\times10^{-5}$ M; $[Ag^+] = 1.3\times10^{-4}$ M; c) $s = [Mg^{2+}] = 1.2\times10^{-3}$ M; $[F^-] = 2.4\times10^{-3}$ M; d) $s = 2.5\times10^{-6}$ M; $[Ca^{2+}] = 5\times10^{-6}$ M; $[PO_4^{3-}] = 7.5\times10^{-6}$ M; e) $s = [Ag^+] = [I^-] = 8.9\times10^{-9}$ M.

2. Calcule la constante del producto de solubilidad de las siguientes sales a partir de los datos de su solubilidad en agua a 25ºC:

a. Sulfato de calcio 0,191 gramos por 100 mL.
b. Yoduro de plata $2,9\times10^{-6}$ g/L.
c. Yodato de calcio $5,6\times10^{-3}$ M.

2. Calculate the solubility product constant for the following salts from the data of its solubility in water at 25 °C:

a. Calcium sulphate: 0.191 grams per 100 mL
b. Silver iodide: 2.9×10^{-6} g/L.
c. Calcium iodate: 5.6×10^{-3} M.

3. Calcule la solubilidad en agua a 25ºC de las siguientes sales expresándola como solubilidad molar y como g/L:

a. Sulfuro férrico $pK_{ps} = 85$.
b. Cromato de plata $K_{ps} = 2,45\times10^{-12}$.
c. Sulfato de plomo $pK_{ps} = 7,64$.

3. Calculate the solubility in water at 25 ° C of the following salts and expressing it as molar solubility and as g/L:

a. Iron (III) sulfide: $pK_{sp} = 85$.
b. Silver chromate: $K_{sp} = 2.45\times10^{-12}$.
c. Lead sulfate: $pK_{sp} = 7.64$.

Campus Universitario Puerto Real
Avenida República Saharaui, s/n
11510 Puerto Real (Cádiz)
Tel. 956016364. Fax. 956016460

4. Calcule las concentraciones de las especies en el equilibrio de las disoluciones de los ejercicios 2 y 3.

4. Calculate the concentrations of the species in the equilibrium of the solutions from exercises 2 and 3.

5. Calcule la concentración de todas las especies existentes en una disolución preparada disolviendo 3 g de $BaCl_2$ en 250 mL de Na_2SO_4 0,1 M ($K_{ps}(BaSO_4) = 1{,}1\times10^{-10}$).

5. Calculate the concentration of all species in a solution prepared dissolving 3 g of $BaCl_2$ in 250 mL of Na_2SO_4 0.1 M ($K_{sp}(BaSO_4) = 1.1\times10^{-10}$).

6. Se mezclan 200 mL de disolución de $CaCl_2$ 0,01 M con 300 mL de $Na_2C_2O_4$ 0,05 M, teniendo en cuenta que el K_{ps} del CaC_2O_4 es $2{,}6\times10^{-9}$. Calcule las concentraciones de iones Ca2+ y $C_2O_4^{2-}$ en la disolución y los gramos de CaC_2O_4 formados.

6. 200 mL of $CaCl_2$ 0.01 M solution are mixed with 300 mL of $Na_2C_2O_4$ 0.05 M, considering that the K_{sp} of CaC_2O_4 is 2.6×10^{-9}. Calculate the concentrations of Ca^{2+} and $C_2O_4^{2-}$ in solution and the grams of CaC_2O_4.

7. ¿Precipitará Hg_2Cl_2 ($K_{ps} = 2{,}0\times10^{-18}$) al adicionar 1 gota (0,05 mL) de NaCl 0,75 M a medio litro de disolución 0,3 M de $Hg_2(NO_3)_2$? Suponer que no hay efecto debido a la fuerza iónica y que no hay variación apreciable de volumen.

7. Would does Hg_2Cl_2 ($K_{sp}= 2.0\times10^{-18}$) precipitate after adding 1 drop (0.05 mL) of NaCl 0.75 M to half a liter of $Hg_2(NO_3)_2$ 0.3 M solution? Assume that there is no effect due to ionic strength and that there is no appreciable variation in volume.

8. Calcule la concentración necesaria de ion fluoruro que hay que añadir a una disolución que es inicialmente 0,001 M en ion Ba^{2+} para que precipite BaF_2 ($K_{ps} = 1{,}7\times10^{-6}$). ¿Cuál será la concentración de estos iones después de adicionar 1 g de fluoruro sódico a 100 mL de disolución de Ba^{2+}?

8. Calculate the fluoride ion concentration needed to add to a solution that is initially 0.001 M in Ba^{2+} ion to precipitate into BaF_2 ($K_{sp} = 1.7\times10^{-6}$). What will the concentration of these ions be after adding 1 g of sodium fluoride to 100 mL of Ba^{2+} solution?

9. Si a 100 mL de una disolución de $AgNO_3$ 5×10^{-3} N le añadimos 100 mL de una disolución 0,02 M de Na_2CrO_4, ¿qué concentración de ion metálico (Ag^+) quedará libre en la disolución? (Para el Ag_2CrO_4 $K_{ps} = 1{,}9\times10^{-12}$). ¿Es cuantitativa la precipitación del ion Ag^+?

UCA Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias
Departamento de Química Analítica
Campus Universitario Puerto Real
Avenida República Saharaui, s/n
11510 Puerto Real (Cádiz)
Tel. 956016364. Fax. 956016460

9. If we add 100 mL of Na_2CrO_4 0.02 M solution to 100 mL of $AgNO_3$ 5×10^{-3} N solution, what will the concentration of free metal ion (Ag^+) be in the solution? (For Ag_2CrO_4, $K_{sp} = 1.9\times10^{-12}$). Is the precipitation of Ag^+ ion quantitative?

10. Queremos precipitar todo el I^- presente en 100 mL de una disolución de NaI 0,1 N como AgI utilizando para ello $AgNO_3$. ¿Qué cantidad de $AgNO_3$ sólido necesitaremos? (Para el AgI $K_{ps} = 1{,}5\times10^{-16}$).

10. It is intended to precipitate all the I^- present in 100 mL of NaI 0.1 N solution as AgI using $AgNO_3$. How much solid $AgNO_3$ will be needed? (For AgI, $K_{sp} = 1.5\times10^{-16}$).

Anexo II:

Ejemplos de Materiales:

Guión de Prácticas

(QA-II)

Universidad de Cádiz
Facultad de Ciencias
Departamento de Química Analítica
Calle República Saharaui, s/n
Campus Universitario
11510 Puerto Real (Cádiz)
Tel. 956 016 364. Fax 956 016 460

ANALYTICAL CHEMISTRY II 2012-2013 Year

6th. Practice: Separation of a Fe-Ni mix through Ion Exchange Chromatography

Related Theoretical Foundations: Analytical Separation Techniques, Ion Exchange.

Objectives

- *To go into details about chemical aspects involved in complex samples analysis.*
- *To understand the need of applying separation techniques due to interferences problems.*
- *To point out the relevance about the knowlegde of the different ions properties (reactivity, process they are involved in, comparison between ions knowing these characteristics) to the establishment of the appropriate methods for their separation and subsequent determination without interferences.*
- *To gain skills on samples' manipulation: previous treatment, separation processes, preparation for instrumental determination.*
- *To understand the relevance of analytical processes in many different fields: industrial activity, food industry, environmental activities, etc.*
- *To know the foundation and application of separation techniques: ion exchange chromatography.*

Introduction

Fe(III) differs from certain divalent cations, like Ni(II), because it forms anionic stable complexes with chloride, tartrat,.. The Fe(III) chlorided complex, negatively charged, is retained in an anionic exchange column if an elevated chloride concentration is used; since $[Cl^-]$ > 1M Fe(III) starts being retained, but for the retention to be quantitative a 9M $[Cl^-]$ is used. Ni(II), on the contrary, isn´t retained by the column whatever the chloride concentration is.

The dimethilglioxime was one of the first known organic reagents. With Ni(II) it produces, in a slightly amoniacal or neutral medium, a 1:2 coordination chelate that generates a pink red precipitate; this precipitate is soluble in an acid medium. The formed chelate is soluble in chloroform and other non-polat organic solvents, yielding a yellow colour.

The SCN^- ions react in a moderate acid medium with Fe(III) ions yielding a red complex. According to the relative amounts of SCN^-/Fe(III), many different complexes, with coordination numbers in the range 1 to 6 can be detected [$Fe(SCN)^{2+}$; $Fe(SCN)_2^+$;...;$Fe(SCN)_6^{3-}$].The colour intensity of these complexes increases with the coordination number, being able to achieve a greater sensibility in the determination working with a big excess of the reagent. The aqueous solution must be acid enough to avoid the ion Fe(III)s' hydrolysis (pH☜3),but not too acid so the SCN^- concentration isn't reduced by polymerization. On another hand, the complexes aren't very stable and exist during a certain amount of time. This lack of stability, when this reaction is used as a spectrophotometric method, forces to do the instrumental measurement immediately after the complexs' preparation.

Material and reagents

MATERIAL

- An exchange column
- 2, 100 mL beakers
- 2, 250 mL beakers
- 1, 2, 5 and 10 mL pipettes
- A 10 mL measuring cylinder
- 5, 25 mL graduated flasks
- A 100 mL volumetric flask
- Spatula, substances weigher
- A base, a pair of tweezers
- A pair of protective glasses
- A wash bottle
- A sample bottle

REAGENTS

- $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 2g/l salt concentration
- $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 6g/l salt concentration
- Concetrated HCl (35-37%)
- 9 M HCl
- 0.5 M HCl
- NaOH
- KSCN (has to be 20 % in 0.005 M H_2SO_4)
- 0.005 M H_2SO_4

Experimental Procedure

Resins' conditioning: to begin with the practice, resin needs to be free of metal ions. However, due to the possibility of Fe (III) remnants existence, the procedure will be the following:

The column is eluted with 50 mL of 0.5M HCl to remove any remnant metal ion; the column key must be regulated to a drop per second or less; it is very important to maintain this outlet speed to allow the chemical processes to take place. Then resin needs to be turned into chloride form. 50-70 mL of 9M HCl at a rate of one drop per second need to be percolated through the column (do not wash with water afterwars!), being careful about the resin, cheking that it's always covered by liquid.

Separation procedure: 1.0 mL of the Fe(III)-Ni(II) problem solution is taken with a pipette and it's put into a small beaker, add 5 mL of commercial HCl and mix, observing a colour change. This solution is poured into the resin column, wich has to be humid but without a liquid excess to avoid dilution of the sample. The columns' key has to be graduated for it to elute, as a maximum, a drop per second, gathering the effluent. When the sample poured over the resin has penetrated it, and before it dries, add a 5 mL portion of 9M HCl, gathering this flushing liquid to the main effluent and saving the mix; repeat this operation with 5mL portions of 9M HCl. This solution contains the Ni(II) that's hasn't been fixed by the resin at that acid concentration. Gather 50 mL of Ni(II) sample.

The next step is to elute with 0.5M HCl so it draggs the iron that has been fixed by the resin. Same procedure as before, eluting with 5mL portions of 0.5M HCl at a maximum rate of a drop per second. In this case, the effluent it's gathered and saved. Collect about 80 mL of Fe(III) sample.

Atention!: procedures that entail a glass material heating must be done in beakers or in conical flasks but not in graduated flasks.

Iron standard solutions: the starting Fe(III) ($At._{wt.}$: 55.85 g/mol) standard solution has a 6g/L concentration in $FeCl_3.6H_2O$ (270.32 g/mol). So the volumes to take when we prepare the standard solutions aren't too small, a 1:25 dilution from the starting solution will be done (for example, 1 mL of Fe(III) standard solution and make up to volume with water in a 25 mL graduated flask; a couple has enough with this volume). To prepare (in 25 mL graduated flasks) 4 solutions that contain Fe (III) (not its salt) in these concentrations respectively: 1, 2, 3 and 4 mg/L, and add 5 mL of a 20% potassium thiocyanate prepared in 0.005M sulfuric acid solution to each flask and make up to 25 mL with 0.005M sulfuric acid. Measure the absorbance at 495 nm, taking account that the complex is unstable and it has to be measured within 15 minutes. To double make every point, this is,

to prepare and to measure two standard solutions for each concentration. If these two points are very different it'll be necessary to do a third one.

To express the results in mg/L of iron that the starting solution has.

Data

Collect in your laboratory notebook data like weights and different reagents quantities used while the different parts of the practice were being conducted and all of the data and calculus you believe necessary to solve the raised questions in the Results Page.

Hoja de resultados

Exprese los cálculos de la calibración y de la concentración del analito en la muestra.

Results Page
Express the calibration and the analyte concentration in the sample calculus

IMPORTANT: **remember the obligation of leaving laboratory material at your work place perfectly clean and in order. Notify the teacher of any breakage or damage of the material at your place or other of shared use.**

It's required to report the teacher and request his or her authorization before leaving the laboratory.