Proyecto de Innovación Docente ID11/146

Financiado por el Programa de Ayudas de la Universidad de Salamanca a la Innovación Docente en la Implantación de los Nuevos Planes de Estudio en el Marco de la Nueva Ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales. Convocatoria 2011-2012

MEMORIA

DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES DOCENTES INNOVDORAS PARA LA ENSEÑANZA- APRENDIZAJE Y LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS

Salamanca a 30 de Junio de 2012

Carmen Izquierdo Misiego
Coordinadora del Proyecto

í N D I C E

pg.

I. EQUIPO DEL PROYECTO 3

II. INTRODUCCIÓN

1. Actividades a desarrollar y ámbito de actuación 3
2. Objetivos y descripción de Actuaciones 4
3. Destino de la Subvención Concedida 5

III. MATERIALES DIDÁCTICOS ELABORADOS Y SU APLICACIÓN

1. Material Complementario de Clases Presenciales 6
2. Clases en Grupo Reducido: Controles y Rúbricas 6
3. Diseño Prácticas de Laboratorio 9

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1, Introducción 11
2. Índice de Participación en las diferentes Actividades Formativas 12
3. Calificaciones en las Actividades de Evaluación Continua 13
4. Evaluación Continua y Calificaciones Finales 14

V. CONCLUSIONES 15

VI. DIFUSIÓN DE RESULTADOS Y CONTINUIDAD DEL PROYECTO 16

VII. ANEXOS 17

1. Programa de la Asignatura y Plataforma *Studium* 18
2. Material Didáctico Elaborado 21
   2.1. Clases Magistrales 21
   2.2. Clases de Grupo Reducido: Controles y Rúbricas 29
   2.3. Prácticas de Laboratorio 32

I. EQUIPO DEL PROYECTO

Coordinadora	**Carmen Izquierdo Misiego**	misiego@usal.es
Colaboradores	**Francisco Salvador Palacios**	salvador@usal.es
	Jessica Montero García	jessicamg@usal.es
	Nicolás Martín Sánchez	nico4iq@hotmail.com
	Mª Jesús Sánchez Montero	chusan@usal.es
	Estela Peral Elena	aletse@usal.es

II. INTRODUCCIÓN

1. Actividades a desarrollar y ámbito de actuación

El Proyecto de Innovación Docente al que hace referencia la presente Memoria tenía por objetivo general el planteamiento y desarrollo de una metodología de enseñanza aprendizaje aplicando diferentes técnicas no convencionales con el propósito de analizar la mejora que ello puede suponer en la consecución de los objetivos y competencias que exige el EEES de nuestros Graduados.

Se planteaba en el mismo una propuesta para contribuir a este objetivo general con el diseño, aplicación y evaluación de actividades docentes innovadoras aplicadas de forma combinada para tratar de mejorar la enseñanza-aprendizaje y la adquisición de competencias, no sólo específicas, sino también genéricas. Se establecía la posibilidad de varios ámbitos de actuación para el Proyecto y su desarrollo se ha centrado concretamente las siguientes materias de los estudios del Grado en Ingeniería Química:

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA
(RAMA CONOCIMIENTO : INGENIERÍA Y ARQUITECTURA)

MÓDULO FORMACIÓN BÁSICA	
QUÍMICA FÍSICA **Curso: 1º Cuatrimestre: 1º** **Créditos: 4.5 (4.0 Teórico 0.5 Prácticos)** **Carácter: Obligatorio**	**EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA** **Curso: 1º Cuatrimestre: 2º** **Créditos: 7.5 Prácticos** **Carácter: Obligatorio**

Breve Descripción de Contenidos Generales

QUÍMICA FÍSICA: 8h presenciales prácticas
Introducción a la cinética: Cinética formal. Relaciones Termodinámicas. Estados de agregación de la materia: Gases ideales y reales. Equilibrio de fases. Termodinámica del Equilibrio Químico. Fundamentos de termodinámica de superficies.

EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA 113 h presenciales prácticas
Determinación de propiedades termodinámicas. Estudio de propiedades superficiales. Química Física de los cambios de fase.

Estas asignaturas representan la participación en la formación Básica de los nuevos Graduados en Ingeniería Química en el ámbito de la Química Física siendo la de 1º

Cuatrimestre una asignatura de carácter teórico-experimental y la del 2º completamente experimental y cuyo desarrollo se lleva a cabo con la participación coordinada de las 5 áreas de conocimiento propias de la Química.

Teniendo en cuenta que la labor realizada en relación con la asignatura Experimentación en Química ha estado condicionada por el material concedido en otro Proyecto correspondiente a la convocatoria de Ayudas de la USAL al Programa de Apoyo a Prácticas de Laboratorio en el Marco de la Nueva Ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales (P11/039: "Diagrama de fases de sustancias puras: un trabajo cooperativo para el aprendizaje de la química física de los cambios de estado" .

Puesto que de dicho Proyecto se presentará la correspondiente Memoria, en la que nos ocupa aquí vamos a centrarnos en el desarrollo del Proyecto en relación con el diseño, aplicación y resultados obtenidos en relación con el conjunto de iniciativas planteadas para el desarrollo completo de la asignatura Química Física para alcanzar los objetivos planteados y que se recogen a continuación.

2. Objetivos y descripción de Actuaciones

En cuanto a los contenidos de la Química Física que ha sido el ámbito específico de actuación para el desarrollo del presente Proyecto (*cf.* pg. 3), se asocian en el Plan de Estudios a los objetivos generales y específicos que se recogen a continuación.

QUÍMICA FÍSICA: OBJETIVOS
GENERALES
Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales y aspectos básicos de manejo, interpretación y aplicación relacionados de los **principios termodinámicos** que rigen los fenómenos físicos, químicos y de **velocidad de los procesos**, así como las teorías que los justifican.
ESPECÍFICOS
Adquirir los conceptos básicos de cinética química formal. Conocer las técnicas que permiten obtener datos cinéticos experimentales y las metodologías y software adecuado para su tratamiento así como los mecanismos implícitos e interpretar la dependencia la velocidad con la temperatura. Manejar las relaciones termodinámicas. Conocer el comportamiento termodinámico de los estados de agregación de la materia y sus transformaciones y las bases para el tratamiento termodinámico de sistemas multicomponentes. Entender las condiciones que determinan el equilibrio químico y sus consecuencias. Adquirir los conceptos básicos de termodinámica de superficies.

Queda patente tanto que los contenidos y objetivos para la formación de los Graduados en Ingeniería Química en relación con la Química Física se centran en los ámbitos de la **Termodinámica** y la **Cinética Química**.

Teniendo en cuenta todo lo precedente, en la ficha elaborada para la asignatura para ponerla a disposición de los alumnos a través de la Guía Académica (***cf.* Anexo 1)** se

puntualizaron los objetivos específicos y competencias a adquirir por el alumnado junto con todos los aspectos metodológicos de desarrollo inicialmente previstos para la asignatura.

Una vez concedido el Proyecto al que hace referencia la presente Memoría y para desarrollarlo con el propósito de conseguir una mejora en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura y, sobre todo, trabajar en la adquisición de competencias de carácter genérico, los bjetivos se centraron en las siguientes actuaciones concretas:

- Elaborar material didáctico acorde con los contenidos de las asignaturas que complemente la labor presencial del profesor y estimulase el autoprendizaje.
- Preparación de cuestionarios de evaluación y posibles actividades para ser desarrollados en el foro.
- Elaboración de rúbricas y utilizarlas de forma combinada con la evaluación entre pares como procedimiento para la adquisición de competencias.
- Desarrollo de una metodología de trabajo en el laboratorio de tipo cooperativo y adaptado también para la adquisición de competencias genéricas.

El trabajo planteado se ha complementado, además, con la introducción, de la "Tutoría entre Compañeros" mediante la participación del equipo de trabajo en un Proyecto Interfacultativo ("Implementación de la Tutoría entre Compañeros en la Titulaciones de Grado") cuyo Profesorado implicado contaba con amplia experiencia en este aspecto.

A tal efecto, la coordinadora del proyecto al que hace referencia la presente Memoria se integró como Coordinadora de la Titulación de Grado en Ingeiería Química en el equipo de coordinación de dicho Proyecto Interfacultativo junto con sus colaboradores para ponerlo en marcha por primera vez y, por tanto, como experiencia piloto, en el ámbito de las Ciencias Experimentales.

3. Destino de la Subvención Concedida

Para el desarrollo de un Proyecto de estas características lo esencial es poder mantenerse en contacto con el alumno a través de las TIC y disponer también del Hadware necesario puesto que muchas de las actividades lo requerían.

Por esta razón la subvención concedida se destino, como estaba previsto en el presupuesto indicado en el Proyectos a la adquisición de tres Netbook punteros de presentación Power-Point para garantizar la posibilidad de trabajo independiente de tres Profesores o colaboradores en el Proyecto.

III. MATERIALES DIDÁCTICOS ELABORADOS

1. COMPLEMENTO CLASES MAGISTRALES DE GRUPO GRANDE

En relación con el desarrollo de los diferentes temas desarrollados esencialmente en las clases magistrales de Grupo Grande, el material que se proporcionaba al alumno en la plataforma no era una mera copia de las exposiciones utilizadas durante el desarrollo de las mismas que viene siendo lo habitual, y creemos que fomenta el asentismo y la falta de atención por parte del alumno en dichas clases.

Esta manera de proceder consideramos que ha sustituido a los típicos "apuntes" con la desventaja de que el alumno ni siquiera tiene que hacer el esfuerzo de tomarlos a lo largo del desarrollo de la clase y que por tanto, propicia el que se limite a acumularlos sin un trabajo continuado a lo largo del desarrollo de la asignatura que relega al momento de llegar las clásicas pruebas tipo "examen" lo cual no consideramos poco formativo en el sentido que preconiza el EEES.

En consecuencia y aún sabiendo a priori que probablemente no sería bien aceptaco inicialmente por el alumnado, se le proporcianaba un material relacionado con las clases magistrales del que se muestra , a título de ejemplo, lo correspondiente a un tema de Termodinámica y otro de Cinética en el Anexo 2.

El objetivo de este tipo de material era incentivar el que el alumnado participará de forma más activa en la clase magistral al exigirle un esfuerzo para cumplimentar lo que faltará en el material y completarlo con lo que pudiera resultarle de interes para su mejor comprensión en la parte posterior de cada folio. Esto pensábamos que contribuiría al mismo tiempo a favorecer el seguimiento continuado de la asignatura por parte del alumno .

Por supuesto que, aparte de este material, se proporcionó al alumno a través de la Guía Académica, la bibliografía necesaria y suficiente para poder acudir en cualquier momento a ella para resolver posibles dudas en relación con los distintos temas tratados.

2. CLASES DE GRUPO REDUCIDO: ELABORACIÓN DE CONTROLES Y RÚBRICAS

En relación con la labor docente a desarrollar en las clases de Grupo Reducido destinadas esencialmente a la discusión de problemas relacionados con todas las materias del temario, se proporcionaba al alumnado una colección de problemas para cada uno de los temas de los cuales algunos llevaban incorporada las soluciones cuando se consideraba que su resolución era lo suficientemente elemental como para que el alumno pudiera llegar a ella sin dificultades.

Otra parte de los problemas eran los que el alumno debía trabajar de forma personal antes de acudir a la clase de grupo reducido para discutir las dificultades que había encontrado para su resolución. Previamente, se había dedicado tiempo suficiente para enseñar y hacer consciente al alumnado de la necesidad de aplicar una sistemática para abordar adecuadamente la resolución de los mismos y que se basaba en seguir los puntos básicos que aparecen representados en el siguiente esquema:

Como puede verse, se utilizaban también símbolos o imágenes que creíamos podrían contribuir a motivar al alumnado. Este esquema se presentaba a los alumnos durante las 3-5 primeras sesiones de este tipo de clases (de un total de 12 disponibles) antes de iniciar la discusión correspondientes con la intención de llegar a para concienciarles de la necesidad de seguir una sistemática para contemplar todos los aspectos a tener en cuenta en la resolución de un problema desde el punto de vista científico. También se les proporcionó ejemplos de aplicación de la metodología para las distintas tipologías de problemas relacionados con las materias objeto de estudio en la asignatura.

Con la misma idea, ayudar al alumno a aprender a resolver problemas, se elaboraron “Rúbricas” que, además, combinado con la técnica de “evaluación entre pares” se concibió como parte del sistema de evaluación continua de la labor del alumno en la asignatura y que estaba establecido de antemano que constituiría un 30% de su calificación final.

A título de ejemplo se muestra en el Anexo 3 una de dichas rúbricas donde se recoge toda la información que resume su forma de aplicación y que se concretaba en los siguientes puntos:

- Indicación del problema que iba a ser tratado
- Rúbrica que se entregaba al alumno para que la utilizará en primer lugar como ayuda para resolver el mismo el problema y, posteriormente, para la calificación de problema resuelto por otro compañero.
- Fecha y lugar de entrega del problema resuelto por cada alumno
- Fecha y lugar de recogida por parte de cada alumno del problema de otro compañero y que él debería corregir siguiendo los criterios de la rúbrica
- Fecha y lugar de entrega de los problemas corregidos.

Antes de que el alumno corrigiera el problema de otro compañero mediaba siempre la corrección la presentación, por parte del profesor, de la adecuada resolución del mismo siguiendo los pasos establecidos en la rúbrica.

Por otra parte, sólo se consideraba que la tarea del alumno en este sentido era completa siempre y cuando hubiera acudido a la clase de Grupo Reducido donde se había procedido a la corrección del problema para garantizar que realmente estaba capacitado para corregir responsablemente el trabajo de otro compañero. En el caso de no cumplir este requisito, la calificación del alumno en su propio problema era anulada. Esta medida trataba de contribuir a la adquisición de la competencia relativa a la capacidad de asumir responsabilidades y sus consecuencias.

Este trabajo relacionado con entregas y rúbricas se diseño para ser aplicado en principio cada 2 semanas, es decir, un total de de 6, si bien la posibilidad de ampliar o reducir este número siempre se dejó abierta en función de las necesidades impuestas por la marcha de la asignatura.

En relación con este tipo de actividad es necesario destacar el hecho de que fue necesario el adiestramiento necesario de los alumnos para llegar a conseguir que realizarán la tarea con toda la responsabilidad que requiere para ser realmente efectiva en cuanto al objetivo relativo a la consecución de competencias genéricas. En este sentido se hicieron controles específicos enfocados a analizar si dicha responsabilidad había sido asumida por los alumnos.

Por otra parte en cada clase de Grupo Reducido (1 por semana) durante los 10 primeros minutos de las mismas se pasaba un brevísimo cuestionario consistente en dos preguntas de carácter elemental en relación con los temas de la asignatura sobre los que se estaba trabajando durante la semana. A título de ejemplo se muestran en el Anexo 3 algunos de dichos cuestionarios cuyo objetivo era promover el hecho tan necesario de que el alumno asumiera la necesidad de trabajar la asignatura en el día a día para garantizar el éxito final en la misma.

Para complementar la labor docente hasta ahora descrita, se propuso al alumno en momentos esporádicos su participación en el Foro de discusión de la Plataforma *Studium* para dar discutir sobre algún tema de interés surgido durante las clases magistrales o de grupo reducido o resolución de tareas propuestas de forma específica. Concretamente se propusieron las siguientes:

- Demostrar si las isotermas de un gas ideal en la representación P-V son paralelas
- Dibujar un ciclo de Carnot en el diagrama T-S
- Encontrar en una presentación ppt dedicada al repaso de todos los fundamentos de termodinámica los errores existentes en la misma indicando qué sería lo correcto. Esta actividad se planteó con el propósito de asegurar que dichos fundamentos ya vistos en el contexto de la asignatura de Física I de la que ya se habían examinado antes de comenzar habían sido asimilados convenientemente dado que eran básicos para la adecuada comprensión de la parte del programa de Termodinámica incluida en la asignatura.

- Discutir o establecer la diferencia, si la hubiera, entre los estados de agregación denominados gas y vapor.
- Participara en la resolución de dudas planteadas por compañeros en el foro

3. CLASES DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

La labor desarrollada por el alumno en el laboratorio ha constituido junto con los controles y rúbricas los 3 aspectos básicos para establecer la calificación de su labor personal o evaluación continua, valorada, como se ha indicado en el programa de la asignatura (*cf.* Anexo 1) en un 30% de la calificación final

Los Laboratorios experimentales y la labor que ellos se pueden llevar a cabo es quizá uno de los mejores ámbitos , no sólo para entrar en un contacto más próximo al alumno sino sobre todo, un marco excelente para dar la posibilidad al alumnado de adquirir competencias de carácter genérico.

Con este propósito se diseñó un trabajo de laboratorio encaminado a conseguir este objetivo y que estuviera en coherencia con los contenidos de la asignatura. En consecuencia se seleccionaron experiencias relacionadas con los contenidos de la termodinámica y la cinética:

- **Cinética Formal**
  - **Determinación de la ecuación de velocidad de un proceso reactivo**
- **Termodinámica**
  - **Determinación de volúmenes molares parciales**
  - **Tensión superficial y su medida**

Estos trabajos formaban parte del catálogo de prácticas experimentales incluidos en el Catálogo de Prácticas para la enseñanza de la Química Física en el Grado en Ingeniería Química que había sido el resultado de un Proyecto de innovación docente precedente (ID10/136).

Dado que se presentará una memoria en relación con los trabajos relativos a la Termodinámica como consecuencia del desarrollo de varios proyectos concedidos en la convocatoria de subvenciones para la mejora de prácticas de Laboratorio, nos centraremos aquí exclusivamente en el trabajo de laboratorio correspondiente a la parte de cinética.

El trabajo de cinética desarrollado se centraba, en coherencia con los aspectos teóricos presentados en la asignatura, en iniciar al alumno en los primeros pasos experimentales que deben darse en cualquier investigación cinética de procesos reactivos, es decir, en la obtención de datos cinéticos con el objetivo de llegar a establecer la ecuación de velocidad aplicando distintas metodologías para el tratamiento numérico de dichos datos

Se diseño para ello un trabajo experimental de tipo cooperativo/colaborativo en el que cada alumno contribuiría con su trabajo personal a la consecución de un objetivo final y con un planteamiento metodológico que pretendía fomentar la adquisición de competencias genéricas. El plan de desarrollo de dicho trabajo aparece recogido a continuación.

TRABAJO EXPERIMENTAL COOPERATIVO
ESTUDIO CINÉTICO DE UN PROCESO REACTIVO

OBJETIVOS: DETERMINAR LA ECUACIÓN DE VELOCIDAD PARA LOS PROCESOS:

1. **Decoloración del Cristal Violeta en medio básico : MÉTODO DE INTEGRACIÓN**
2. **Descomposición del agua oxigenada: MÉTODO DIFERENCIAL**

TRABAJO COOPERATIVO: DISTRIBUCIÓN

EQUIPO A: OBJETIVOS 1 / Profesor Dr. D. Francisco Salvador Palacios
EQUIPO B: OBJETIVOS 2 / Profesora Dra. Dª Carmen Izquierdo Misiego

PLAN GENERAL DE TRABAJO

1º Cada pareja de alumnos contribuirá con su Trabajo Experimental Individual a la consecución de los OBJETIVOS de su EQUIPO.

2º Cada pareja realizará Individualmente, los cálculos necesarios con sus datos experimentales para obtener los resultados finales. Dichos resultados serán recopilados en una hoja Excel que la coordinadora de la asignatura pondrá a disposición de todos los alumnos en la plataforma para que cada alumno proceda al análisis final de los mismos para alcanzar los objetivos planteados en el trabajo.

3º TRABAJO PERSONAL: Cada alumno elaborará un pequeño dossier que incluirá:

- Tablas de datos experimentales obtenidos individualmente junto con las gráficas elaboradas para la obtención de los resultados cinéticos particulares.
- Tratamiento de los resultados globales y gráficas elaboradas para la consecución de los objetivos planteados al equipo de trabajo con los comentarios pertinentes en relación con los comportamientos observados, conclusiones y posibles causas de error. Cada alumno indicará en las tablas y gráficas, mediante un asterisco, los datos de los que ha sido responsable.
- Cada alumno redactará un problema sobre la base de los datos globales obtenidos por el grupo. Dichos problemas se intercambiarán entre ambos equipos para que, a través de la resolución del mismo, todos los alumnos conozcan las dos metodologías básicas para el tratamiento de datos cinéticos.
- Una vez resuelto el problema cada alumno lo devolverá al alumno que se lo proporcionó y todos procederán a la corrección del mismo.
- De cada equipo se elegirán los alumnos encargados de hacer una breve exposición oral, con apoyo de una presentación PowerPoint (10 min.), del trabajo realizado para alcanzar los objetivos planteados. Tras el debate conjunto de todos los alumnos que han trabajado sobre el mismo tipo de reacción, la calificación obtenida será asignada como parte de la nota de prácticas al equipo completo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1, INTRODUCCIÓN

Evidentemente, teniendo en cuenta los objetivos del Proyecto al que hace referencia la presente Memoria y lo expuesto anteriormente en relación con ellos, el planteamiento de la asignatura de Química Física se centró en la utilización de toda la serie de ideas didácticas planteadas y material elaborado para las mismas.

En consecuencia, el planteamiento de la asignatura al alumnado se presento organizado en dos partes claramente diferenciadas y con una evaluación propia para cada una de ellas que aparece resumido a continuación:

TIPO DE DOCENCIA	DESARROLLO	OBJETIVOS
CLASES TEÓRICAS	En grupo Grande (110 alumnos)	Exponer los aspectos básicos de las distintas materias a tratar
CLASES PRACTICAS	En Grupo Reducido (55 alumnos)	Aprendizaje y aplicación de metodologías encaminadas a la revisión-discusión y resolución de dudas relativas al material de problemas propuesto como trabajo persona.
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	En Grupos muy Reducidos (12 alumnos)	Desarrollo de trabajo experimental en coherencia con las materias teóricas como complemento esencial para la formación en el ámbito de la experimentación científica.
SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL ALUMNO		
EVALUACIÓN CONTINUA DEL TRABAJO PERSONAL		
30%	PONDERACIÓN	ACTIVIDAD
	10%	Entregas y Rúbricas con Evaluación entre pares
	10%	Controles en Grupo Reducido y Actividades en el Foro
	10%	Prácticas de Laboratorio
PRUEBAS FINALES		
70%	10%	2 Controles Generales Breves (1h)
	60%	Examen final de la asignatura completa (3 h)

Quisiéramos destacar el hecho de haber tenido que trabajar con un número de alumnos que, en modo alguno consideramos idóneo para el adecuado desarrollo de muchas de las actividades propuestas, lo que ha exigido un esfuerzo importante por parte del profesado para intentar llevarlas a cabo.

A continuación se muestran los resultados más relevantes en relación con el desarrollo y resultados de las actividades diseñadas.

2. ÍNDICE DE PARTICIÓN EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES FORMATIVAS

En principio, el primer aspecto a tener en cuenta es el índice de participación del alumnado en las diferentes actividades propuestas en cuanto que es un reflejo de la aceptación por su parte de una metodología nueva para el aprendizaje.

En las **Figuras 1 y 2** se recogen estos índices de participación de forma separada para las actividades propuestas para la evaluación continua y las clásicas pruebas finales tipo examen.

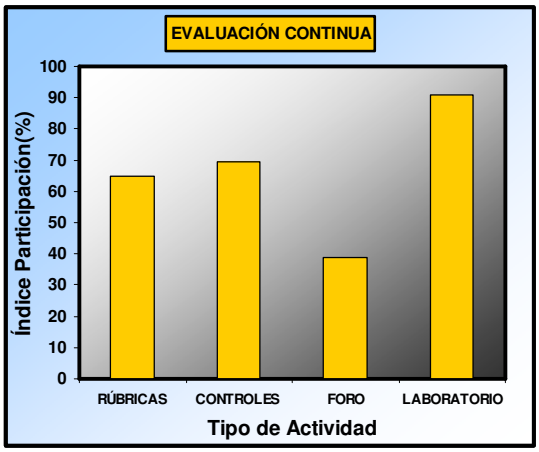


Figura 1

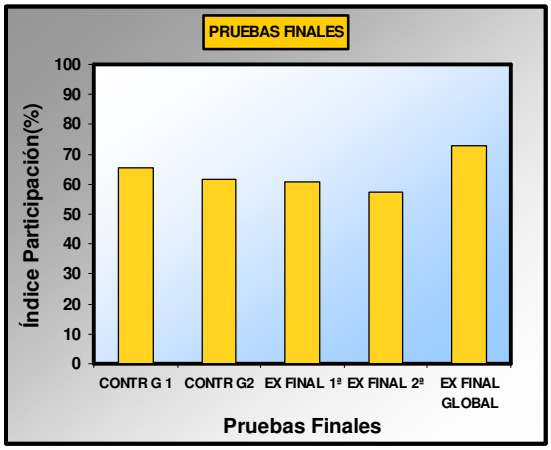


Figura 2

Como puede verse destaca la elevada participación en las prácticas de laboratorio y la muy baja en actividades en el foro. En cuanto a las prácticas, responde al hecho de que previamente se había hecho especial hincapié en la necesidad de asistir a dichas prácticas como requisito indispensable para la asignatura. En cuanto a las actividades en el foro, también parece lógico si se piensa que el alumnado de 1º Curso es la primera vez que se enfrenta a un tipo de enseñanza dirigido a través de una plataforma y su inexperiencia y, en muchos casos su timidez inhiben la participación en actividades donde siente que podrá observarle todo el mundo. f

Por su parte, el índice de participación en los controles en Grupo Reducido, prácticamente paralelo al correspondiente a la participación en las rúbricas son indicativos indirectamente del grado de asentismo (30%) que ha su vez coincide prácticamente con el número de repetidores en el curso (36%), lo cual entra dentro de lo que suele ser normal en el comportamiento del alumnado que repite una asignatura y que, en modo alguno puede considerarse coherente con una formación continua.

Por su parte, el índice de participación en las pruebas tipo examen es perfectamente coherente con lo visto en la Figura 1 ya que tiene valores parejos a los encontrados en las actividades de carácter más voluntario, en definitiva y como es lógico los alumnos que han trabajado son los que participan finalmente en las pruebas finales.

3. CALIFICIONES EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES FORMATIVAS

De la Figura 3 que se muestra a continuación se deduce evidentemente que el alumnado está especialmente motivado para las tareas de trabajo en el laboratorio pero en absoluto asume la necesidad de llevar un seguimiento continuado en la asignatura dadas las bajas calificaciones obtenidas en los controles puntuales realizados en las clases de Grupo Reducido que se reducían a comprobar su conocimiento de cosas elementales y básicas (*cf.* Anexo 3).

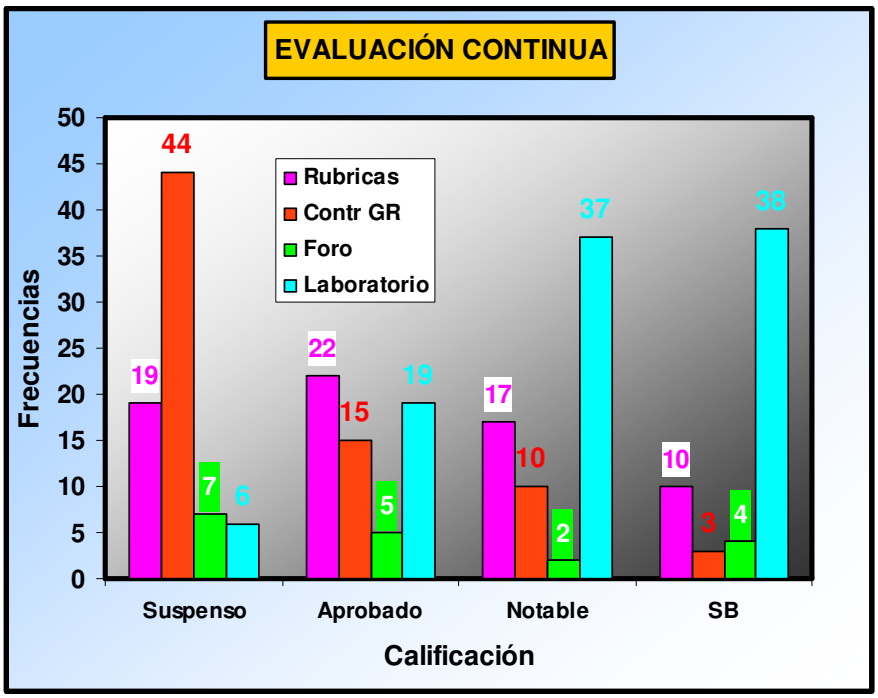
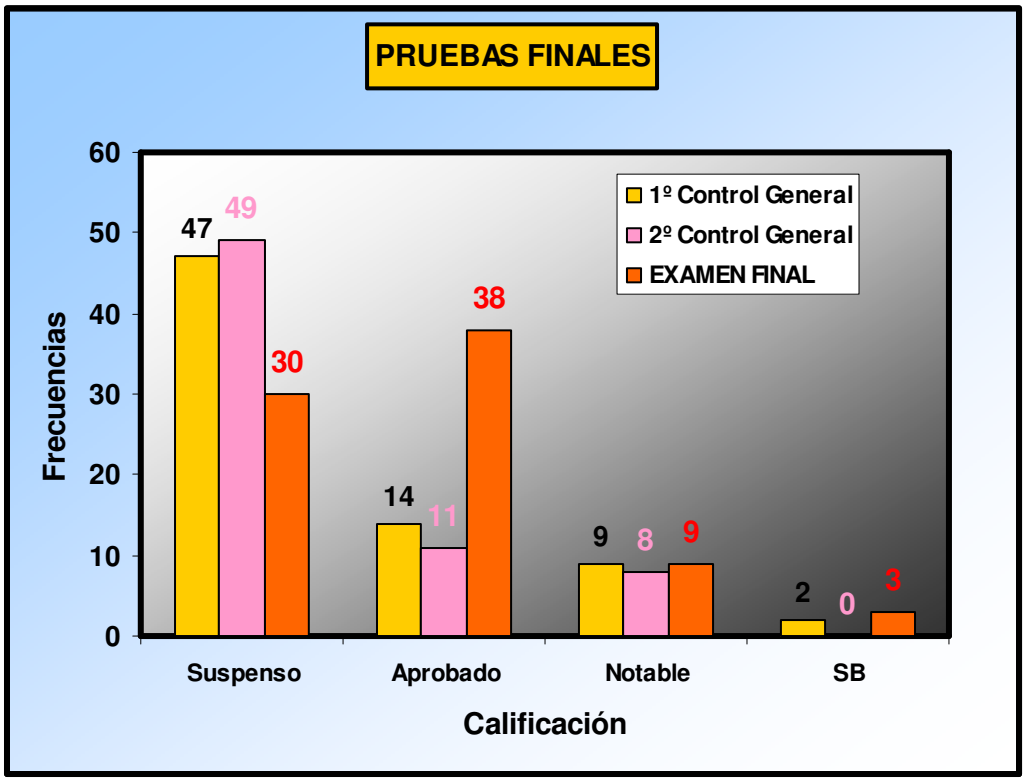


Figura 3

En cuanto a las rúbricas, el 83% de los alumnos que han trabajado esta tarea la han superado y de la participación en el foro el número de suspensos teniendo en cuenta que en esa calificación se contemplan valores entre 0-4,9 pues se deben interpretar no tanto como suspenso sino como no participación en la totalidad de las actividades propuestas para ese foro.

Cabe destacar en relación con esto último que se observó una participación en las actividades del foro muy superior en los primeros momentos del curso y que fue decreciendo significativamente con el tiempo, consecuencia sin duda de la acumulación de trabajo para el alumnado y la dificultad de compatibilizar el trabajo de todas las asignaturas.

En relación con las calificaciones de los alumnos en las pruebas finales, los resultados reflejados en la Figura 4 ponen de manifiesto el bajo número de alumnos que se presenta a los controles generales es del mismo orden 65%(1º) y 62% (2º) pero en cambio, el número de aprobados no es satisfactorio un 34% para el primero que desciende aún más (26%) en el segundo control.



No obstante es necesario tener en cuenta que estas pruebas se realizaron en un momento muy tardío por haber cedido las 3 primeras semanas del curso a la asignatura de Física I para cubrir sus horas presenciales y, por otra parte, preparar a los alumnos en los Fundamentos de Termodinámica imprescindibles para poder continuar con los contenidos de Química Física de una forma coherente.

Este desfase respecto del resto de las asignaturas consideramos que ha repercutido muy negativamente en nuestros resultados en virtud del cansancio acumulado por los alumnos debido al gran número de pruebas tipo examen a las que se han visto sometidos durante el primer cuatrimestre un total de 17-18 pruebas durante menos de 15 semanas.

4. EVALUACIÓN CONTINUA Y CALIFICACIONES FINALES

Dadas las características de nuestro trabajo donde se han intentado poner en práctica distintas metodologías de enseñanza-aprendizaje resulta de interés analizar la posible correlación entre el seguimiento por parte del alumnado de las directrices marcadas para la evaluación continua y sus resultados finales en la asignatura.

Para ello se procedido a analizar las calificaciones globales obtenidas por el alumnado en la evaluación continua y, posteriormente sus calificaciones finales.. El resultado obtenido se resume en los siguientes puntos:

- De los alumnos que no habían superado la evaluación continua sólo un 12% superan la asignatura con un aprobado coincidiendo con los que en la evaluación continua habían superado el 4.5.
- De los alumnos que habían aprobado la evaluación continua con aprobado, el 67% superan la asignatura y un 12% decide no presentarse al examen.
- Finalmente aquellos alumnos que en su trabajo personal habían sacado calificación de notable o sobresaliente todos se presentan y superan la asignatura el 100%

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en relación con esta iniciativa de innovación docente presentada que ha tratado de desarrollar un diseño de enseñanza-aprendizaje encaminado a la adquisición no sólo de conocimientos específicos sino también competencias generales, se han evaluado a través de la realización de encuestas de satisfacción al alumnado, que han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

Valoran muy positivamente

- El trabajo práctico de laboratorio por su interés, relación con la asignatura y metodología utilizada para su desarrollo. Indican la conveniencia de aumentar este tipo de actividad.
- La atención del profesorado
- El número de controles generales realizados.
- La efectividad de las rúbricas como medio para el aprendizaje metodología para la resolución de problemas.
- El interés de la asignatura para su futuro profesional.
- Su grado de dedicación a la asignatura

Valoran aceptablemente :

- Las explicaciones recibidas si bien manifiestan en general la excesiva rapidez de las mismas
- Las actividades complementarias como medio de motivar el interés por la asignatura
- La elaboración de rúbricas y evaluación entre pares como medio de mejorar su capacidad para la toma de decisiones.
- La contribución de las actividades complementaria para su autoaprendizaje y formación integral.
- El material didáctico de teoría

Aceptan que.

- Los controles de Grupo reducido eran acordes con la materia y serían fáciles si la asignatura se llevara al día.
- Si existiera un seguimiento continuado de la asignatura su calificación en la Evaluación continua hubiera sido mucho mejor.
- No dedican como promedio más e 1h de trabajo diaria a la asignatura y tampoco resuelven un promedio de 4 problemas por semana.
- La posibilidad de tener éxito en la asignatura.

Solicitan o manifiestan

- Explicaciones menos rápidas
- Disponer de problemas resueltos

- Que han tenido grandes problemas para compatibilizar el trabajo de las diferentes asignaturas
- Un material de las clases teóricas que ellos no tengan que completar
- Mayor número de prácticas de laboratorio.

Todo lo precedente, permitirá sin duda mejorar la iniciativa desarrollada para la enseñanza-aprendizaje de la Química Física a los Graduados en Ingeniería Química. No obstante hemos decir también que el trabajo desarrollado nos ha permitido constatar hechos que consideramos importantes en relación con las nuevas metodologías que preconiza el EEES para el mejor aprendizaje de nuestros Graduados como son las siguientes:

- La falta de una adecuado coordinación y acuerdo entre el profesorado en relación con lo que se debe entender por evaluación continua dificulta enormemente cualquier iniciativa que no se limite a la realización de exámenes como único método de evaluación.

- El alumnado tampoco asume fácilmente la necesidad de cumplir con su responsabilidad de trabajo personal y continuado implícito en el significado del crédito ECTS lo que conlleva una gran dificultad para poder llegar a conseguir realmente la formación en competencias.

Consideramos que los dos aspectos señalados requerirían de iniciativas encaminadas a conseguir una adaptación que permita realmente plantearse la posibilidad de formación del alumnado en competencias. Y, por supuesto, es evidente que este tipo de trabajo exige poder trabajar en muchos momentos con Grupos Reducidos de alumnos que no puede pensarse que sean de 50 alumnos para una atención adecuada para su formación.

VI. DIFUSIÓN DE RESULTADOS Y CONTINUIDAD DEL PROYECTO

En relación con la difusión de los resultados del Presente Proyecto de Innovación Docente, está previsto presentar la experiencia metodológica llevada a cabo con los alumnos en la asignatura de Química Física en relación con la utilización de rúbricas y evaluación entre pares como medio para el aprendizaje de competencias genéricas **Congreso INDOQUIM 2012** que tendrá lugar en Barcelona del 10-13 de Julio y en el que ha sido aceptado como **poster** el trabajo titulado: ***"La Rúbrica de Evaluación para el Aprendizaje y Adquisición de Competencias en Química Física".***

Por lo que se refiere a la continuidad de este Proyecto, es intención del equipo de trabajo solicitar, si ello es posible, un nuevo Proyecto en el que se intentará introducir las mejoras necesarias en el diseño de la actividad de aprendizaje de la asignatura al tiempo que se implementa un nuevo elemento que puede ayudar a conseguirlo: la aplicación de la **Tutoría Académica** entre compañeros como procedimiento de hacer viable la enseñanza-aprendizaje para la adquisición de competencias cuando es necesario trabajar con grupos tan numerosos como los que han sido objeto de este proyecto .

VII. ANEXOS

ANEXO 1. PROGRAMA ASIGNATURA Y PLATAFORMA STUDIUM

QUÍMICA FÍSICA Cod. 104103 ECTS: 4.5 (112.5h)

Trabajo:
Presencial : 48.0 h / Autónomo 64.5h
Evaluación: 30% Trabajo personal, 70% Pruebas finales

PROGRAMA TEÓRICO

Tema 1. Relaciones Termodinámicas

- Combinación del Primer y Segundo principios: Funciones de Gibbs y de Helmholtz. Ecuaciones Fundamentales.
- Relaciones termodinámicas. Equilibrio y espontaneidad.
- La composición como variable termodinámica: Potencial Químico. Propiedades molares parciales.
- Cálculos Termodinámicos: Gases Ideales

Tema 2. Estados de agregación de la materia

- Desviaciones de la Idealidad: Gases Reales
- Sustancias puras: Cambios de fase
- Sistemas Multicomponentes: Disoluciones ideales

Tema 3. Equilibrio Químico

- Espontaneidad y equilibrio en mezclas reactivas: Composición de equilibrio:
- Interpretación Termodinámica del Principio de Le Chatelier-Brawn.
- Ecuación de Van't Hoff.

Tema 4. Termodinámica de superficies

- Fundamentos de termodinámica de superficies. Tensión superficial. Ecuaciones de Young-La Place y Kelvin
- Sistemas multicomponentes: Ecuación de Gibbs

Tema 5. Formalismo de la Cinética Química

- Introducción. Conceptos básicos en cinética química.
- Metodologías para la obtención y el tratamiento de datos cinéticos.
- Efecto de la temperatura: ecuación de Arrhenius.

Tema 6. Reacciones simples y mecanismos de reacción

- Reacciones reversibles, paralelas y consecutivas.
- Mecanismos de reacción: Aproximaciones de estado estacionario y de equilibrio o de la etapa limitante.

PROGRAMA PRÁCTICO

- **Termodinámica:**
  - Propiedades molares parciales.
  - Medidas de tensión superficial.
  - Refractometría
- **Cinética: Ecuación de velocidad de un proceso reactivo**

Personas

Participantes

Usuarios en línea

Actividades

- Encuestas configurables

Foros

Recursos

Administración

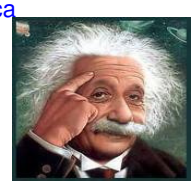
Perfil

Facultad de Cienci Químicas

Diagrama de temas

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA1º CURSO/ 1º SEMESTRE QUÍMICA FÍSICA

Bienvenidos a la Universidad de Salamanca y al Área de Química Física donde vais a aprender Fundamentos y Aplicaciones importantes para vuestro futuro profesional.



Carmen Izquierdo Misiego/ Francisco Salvador Palacios
TUTORÍAS: Lunes y Martes de 16:00 a 19:00, **Despacho**: C3606

- Novedades Foro
- Foro de discusión
- ENCUESTA Encuesta configurable
- EJERCICIO TIPO EXAMEN documento PDF

1 **INFORMACIÓN GENERAL** .

CALIFICACIONES

2 CONTROLES GR Y PRÁCTICAS PROVISIONAL: documento PDF
NOTAS DE ENTREGAS-RÚBRICAS: TE INTERESA REVISARLAS

TERMODINÁMICA/*THERMODYNAMICS* *(¿y si vamos aprendiendo algo de inglés?)*

3 **INTRODUCCIÑON: Repaso de Termodinámica y Matemáticas /** *Introduction: A review of Thermodynamics and Maths)*
TABLA CONSTANTES Y SISTEMAS UNIDADES documento PDF
PLANTILLAS CILINDRO PISTÓN archivo

TEMA 1º RELACIONES TERMODINÁMICAS/ *Thermodynamic Relations*

4 **ulos con Gases Ideales/ Combinación del 1º y 2º Principio: Funciones de Gibbs y de ıholtz y Ecuaciones fundamentales/ Equilibrio y Espontaneidad/ La composición o Variable: Potencial Químico/ Propiedades Molares Parciales.**

- TEMA 1 COMPLETO
- TODOS LOS PROBLEMAS DEL TEMA 1

TEMA 2: ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA/ *Aggregation States of Matter*

5 **Desviaciones de la Idealidad: Gases Reales/ Sustancias Puras: Cambios de Fase/ Sistemas Multicomponentes: Disoluciones Ideales // *Desviations from ideality : Real Gases / Pure Substances: Phase Changes Multicomponent systems: Ideal Solutions***
TEMA 2 COMPLETO documento PDF
DIAGRAMA DE ANDREWS: REPRESENTACIÓN DE PROCESOS
PROBLEMAS TEMA 2 documento PDF

Curso para el trabajo-aprendizaje de

QUÍMICA FÍSICA

1º de GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

EL PRÓXIMO CURSO, SEGUIREMOS APRENDIENDO, SOBRE TODO A PENSAR,

PERO AHORA: RELAJARSE, ORGANIZAR LA ADECUADA CONTINUIDAD DE TU CURRICULUM Y, SOBRE TODO, DISFRUTAR DE UNAS

¡FELICES VACACIONES!

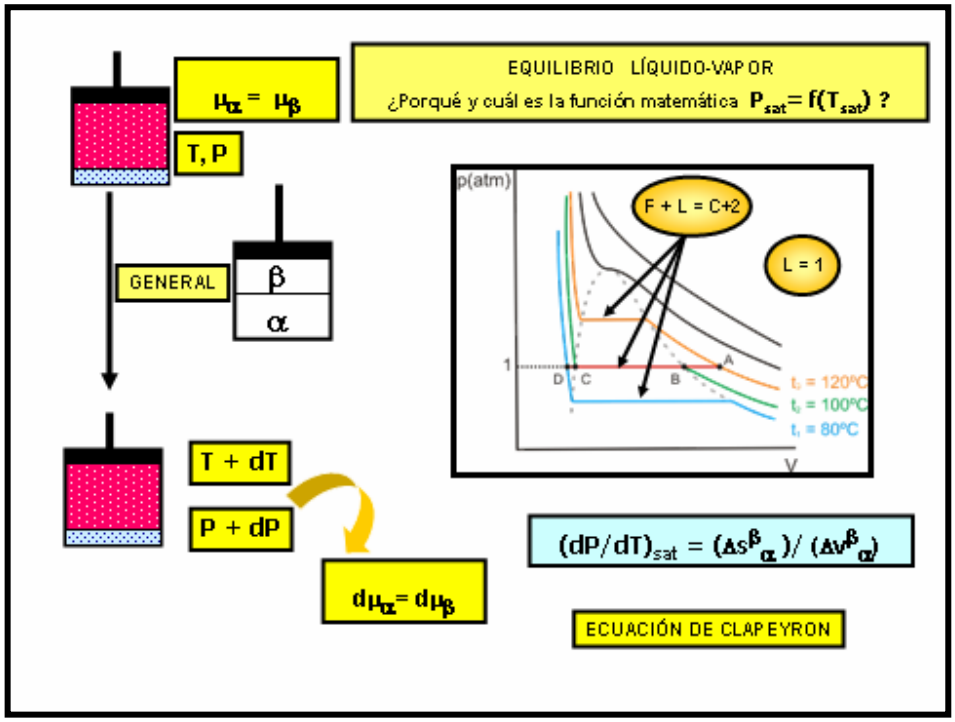
Mensajes Novedades

AHORA QUE HEMOS TERMINADO
más...…

Actividad reciente

ANEXO 2. MATERIAL DIDÁCTICO ELABORADO PARA CLASES MAGISTRALES

SUSTANCIAS PURAS: EQUILIBRIO DE FASES



DEMOSTRACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CLAPEYRON

(Complete la demostración siguiendo los pasos que se indican)

1º $d\mu_\alpha = d\mu_\beta$ ⟵ Condiciónn de Equilibrio : $\mu_\alpha = \mu_\beta$

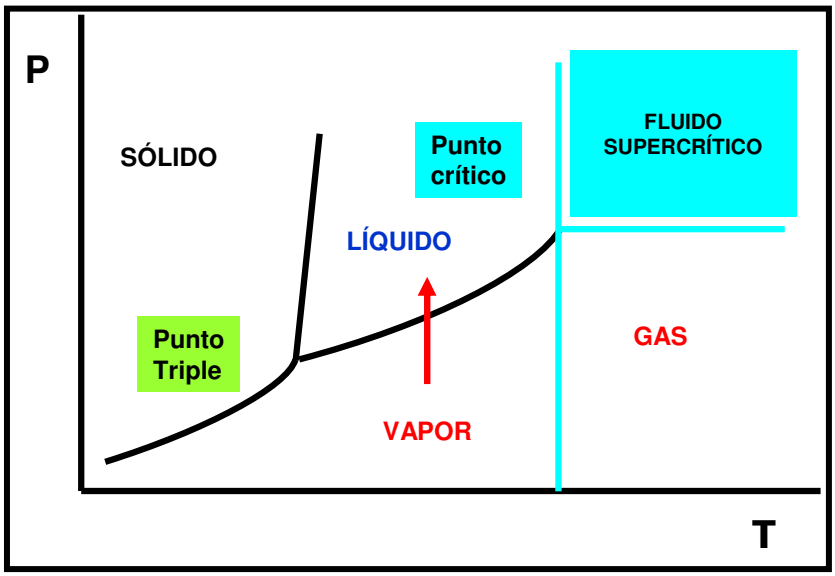
2º Sustancia Pura : $\mu = g$ y $dg = -sdT + vdP$, por tanto :

$$= d\mu_\alpha = d\mu_\beta =$$

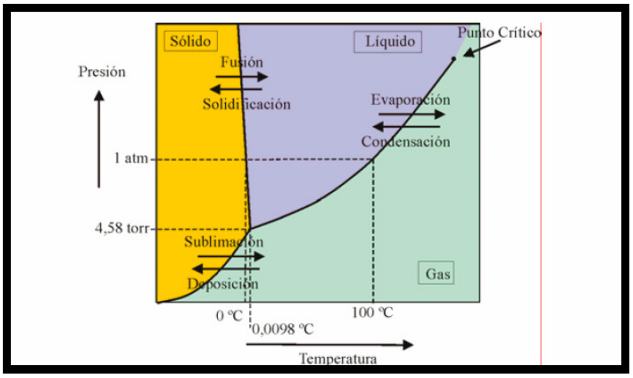
3º Separe los términos en dT y dP y obtenga (dP/dT)sat

$$(dP/dT)_{sat} = (\Delta s^\beta_\alpha)/(\Delta v^\beta_\alpha)$$

DIAGRAMA DE FASES P-T



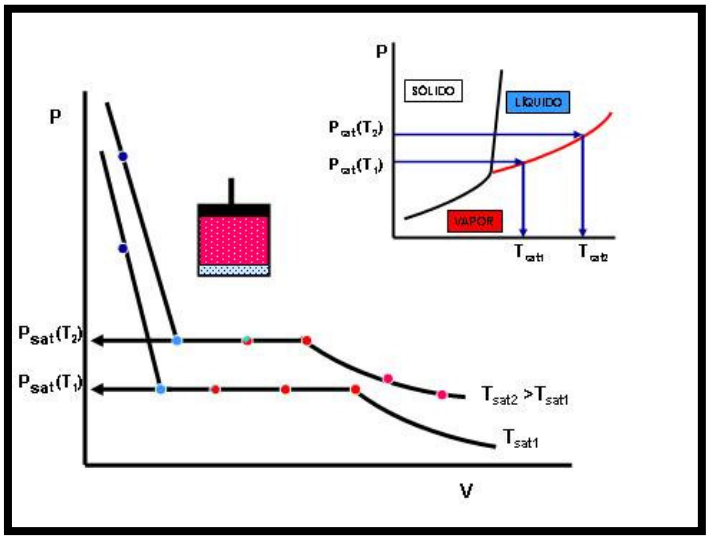
Justifique la tendencia de las líneas de equilibrio del diagrama de fases

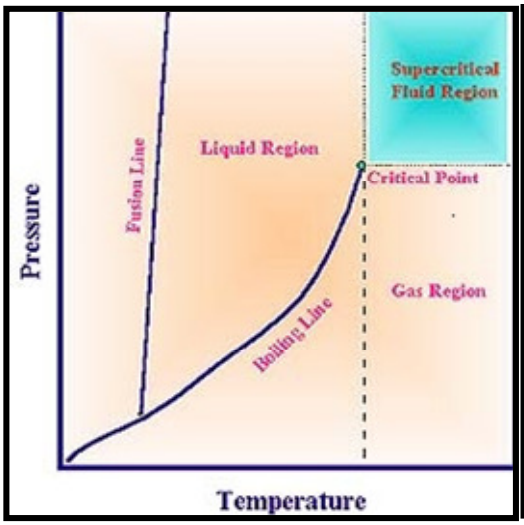


¿A qué sustancia crees que corresponde este diagrama de fases ?. Justifica la, si procede, la diferencia que presenta respecto del diagrama general de una sustancia pura.

Pc = 218 atm

Tc= 374ºC





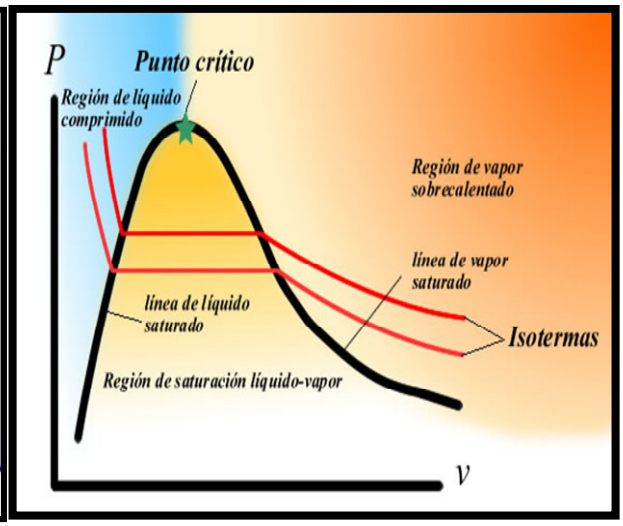


DIAGRAMA DE FASES **DIAGRAMA DE ANDREWS**

SEMEJANZAS :

DIFERENCIAS :

1ª

2ª

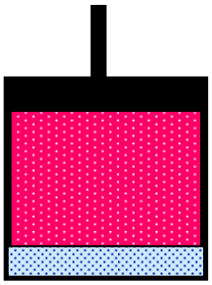
3ª

PUNTOS QUE SON COMUNES A AMBOS DIAGRAMAS :

Incorpore aquí el esquema de cilindros proporcionado, dibujando los procesos que se indican tanto en el diagrama de fases como en el de Andrews

TRANSICIÓN LÍQUIDO-VAPOR : CLAUSIUS-CLAPEYRON

¿ CUÁL ES LA RELACIÓN EXPLÍCITA ENTRE Psat-Tsat ?



$$(dP/dT)_{sat} = (\Delta s^{\beta}_{\alpha})/(\Delta v^{\beta}_{\alpha})$$

$$\Delta s^{\beta}_{\alpha} = \int \delta Q_{rev})_P /T =$$

$$(dP/dT)_{sat} = (\Delta h^{\beta}_{\alpha})/(\Delta v^{\beta}_{\alpha})$$

APROXIMACIONES PARA PODER RESOLVER LA ECUACIÓN DIFERENCIAL

α = sólido/líquido β= vapor -------- SUBLIMACIÓN / VAPORIZACIÓN

1ª $\Delta V = V^{V} - V^{L} =$

2ª V^{V} (cm ^{3}/mol) = (si la presión es baja)

3ª Δh_{vap} o Δh_{subl} independientes de la temperatura

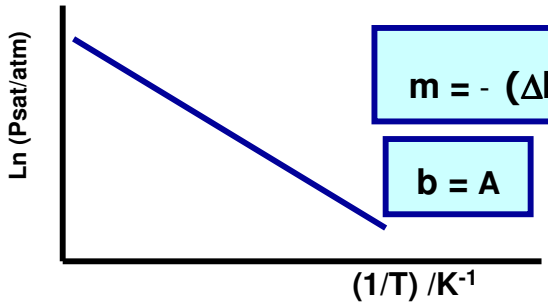
Sustituya el resultado de aplicar estas aproximaciones en la ecuación de Clausius precedente, proceda a la separación de variables P y T y a la integración de la ecuación resultante para obtener la ecuación de Clausius-Clapeyron

$$\mathrm{Ln}\,(P_{sat}/\mathrm{atm}) = -\,(\Delta h_{vap}/R)/T_{sat} + A$$

CLAUSIUS- CLAPEYRON

INTERPRETACIÓN DE LA DEPENDENCIA Psat-Tsat:

y = mx + b



$m = -\,(\Delta h^{\beta}_{\alpha}/R)$

$b = A$

¿Cómo podría obtener el valor de la cte de integración **A** si conociera una pareja de valores de Psat-Tsat ó, por ejemplo, la t_n de la sustancia de que se tratase ?

A =

CONCEPTOS BÁSICOS DE CINÉTICA QUÍMICA

Escriba la **definición de velocidad de reacción** más general que conozca y aplíquela para el caso particular de una reacción en disolución:

Dibuje una **curva cinética** y justifique si es cierto que la velocidad será máxima para el máximo tiempo de reacción.

Defina lo que es la **ecuación de velocidad** y ponga su expresión general para el proceso

2A + B ---------- Productos

Ecuación de Velocidad:

v =

Indique cuáles son los parámetros fundamentales en dicha ecuación y de qué dependen

Defina:

Mecanismo de Reacción:

Reacción Elemental:

Molecularidad:

ANÁLISIS DE DATOS CINÉTICOS: MÉTODO DE INTEGRACIÓN

Deduzca la ecuación integrada de orden "**n**" para el proceso **A ---------- B + 2D** considerando que **la especie que se va a seguir es el reactivo A**. Analice el caso **n=1** de forma independiente.

A ---------- B + 2D

t= 0 $C_A=a_o$

$v = - dC_A/dt = k(T)\, C^n_A$

t= t $C_A = a_o-x$ $C_B= x$ $C_D= 2x$

Proceda a obtener las ecuaciones integradas de velocidad para:

n=1 $- \int dC_A/ C_A = \int_o k(T)\, dt$ ..... $\text{Ln}\, C_{Ao}/C_A = k\, t$

n = n $- \int dC_A/ C^n_A = \int_o k(T)\, dt$ ..... $[1/(1-n)]\ [1/ C^{n-1}_{Ao} - 1/C^{n-1}_A] = k\, t$

A partir del resultado precedente rellene la siguiente tabla:

TABLA I: Ecuaciones Integradas de Velocidad en función de la Concentración del Reactivo

	ORDEN 0	ORDEN 1	ORDEN 2
Expresión diferencial de la velocidad y sus unidades	$dC_A/dt = k$ $(M\, t^{-1})$		
Ecuación integrada de velocidad	$C_A = C_{Ao} - k\, t$		
Representación que da lugar a una recta	$C_A = f\, t)$		
Signo de la pendiente	NEGATIVO		
Significado de la pendiente	$m = -k$		
Significado de la ordenada en el origen	C_{Ao}		
$[A]_0$ se obtendrá como:	$b= C_{Ao}$		
Unidades de k	$M\ t^{-1}$		
$t_{1/2}$	$C_{Ao}/2k$		

Repita lo precedente considerando que **la especie de seguimiento es el producto B**. y obtenga el resultado también para caso **n=1** y n distinto de 1.

A ---------- B + 2D

t= 0 $C_A=a_o$

$v = dx/dt = k(T)\,(a_o-x)^n$

t= t $C_A = a_o-x$ $C_B= x$ $C_D= 2x$

n=1 $\int_o dx/(a_o-x) = \int_o k(T)\,dt$ ..... $Ln\,[a_o/(a_o-x)] = k\,t$

n = n $\int_o dx/(a_o-x)^n = \int_o k(T)\,dt$

A partir de los resultados precedentes rellene una tabla análoga a la precedente que puede copiar y pegar a continuación.

Analice ambas tablas y observe la diferencia que hay entre trabajar con un reactivo o un producto o un reactivo como especie de seguimiento. Debe ser capaz de ver claramente que ambas tablas son equivalente si establece la relación entre concentración de producto a cada tiempo con la correspondiente al reactivo.

MÉTODO DIFERENCIAL

Escriba las expresiones que le permitirían llegar a determinar mediante el **método diferencial** el orden de la reacción para el proceso: **A ---------- P** con las dos alternativas posibles de aplicación.

DEPENDENCIA DE LA VELOCIDAD CON LA TEMPERATURA:

Ley de Arrhenius $k = A\,e^{-Ea/RT}$

A: Factor preexponencial, relacionado con el número de choques de las moléculas

Ea: Energía de activación. Energía mínima necesaria que deberán alcanzar los reactivos para transformarse en productos.

Linealice la ecuación de Arrhenius tomando neperianos y haga un esquema de la representación que sería necesario realizar para comprobar su cumplimiento y obtener sus parámetros característicos

ANEXO 3. MATERIAL DIDÁCTICO ELABORADO PARA CLASES DE GRUPO REDUCIDO

1ª ENTREGA : PROBLEMA PROPUESTO EN HOJA TR-4

Entrega : Miércoles 19-10-2011 EN LA CLASE DE GRUPO GRANDE DE 9 -10

Los Repetidores con problemas de Incompatibilidad en 2º Curso lo entregaran a la misma hora y el mismo día en la clase de Química Orgánica y pasarán a recoger el trabajo a corregir a mi despacho al finalizar las clases de ese misma mañana.

CORRECCIÓN RÚBRICA DE ENTREGA 1ª

Entrega: Lunes 24-10-2011 a las 14h en el aula A3

Los Repetidores con problemas de Incompatibilidad en 2º Curso lo entregaran a la misma hora y el mismo día en la clase de Química Orgánica

Nombre del Alumno Evaluado:

Nombre del Alumno Evaluador:

CALIFICACIÓN: Analice el grado de cumplimiento de lo que se indica y establezca, responsablemente la calificación correspondiente de 0-10	PUNTUACIÓN
1.Aparece en el esquema toda la información proporcionada por el enunciado para diferentes estados y procesos y en cada flecha aparece indicado el proceso de que se trata.	
2. En cada estado aparece la relación de las variables P-V-T con las del estado precedente.	
3. En cada flecha aparecen indicadas las consecuencias del proceso	
4. Se han ordenado de mayor a menor para todos los estados: temperaturas , volúmenes y presiones	
5. Se han indicado todos los estados y trayectorias que representan los procesos en el diagarama P-V	
6. Se ha deducido gráficamente la respuesta correcta a la pregunta b1	
7. Se ha justificado correctamente la respuesta a la pregunta b2	
8. Se ha justificado correctamente la respuesta a la pregunta b3	
9. Se ha planteado y deducido la expresión final de cálculo para la variación de entropía del primer proceso	
10. Se ha planteado y deducido la expresión final de cálculo del trabajo puesto en juego en el 2º proceso en función del volumen del estado 3 y datos proporcionados o deducidos del enunciado.	
11. Se ha planteado y deducido la expresión final de cálculo para el calor puesto en juego en el último proceso.	
12. El trabajo presentado está limpio y ordenado.	
PUNTUACIÓN TOTAL FINAL SOBRE 120	
CALIFICACIÓN SOBRE 10	

CONTROLES PUNTUALES DE GRUPO REDUCIDO

C-2

1. Definición de Entalpía:
2. Escriba la expresión **más general** del **1º Principio de la Termodinámica** válida sistemas en circulación o volúmenes de control

C-4

1. Escriba la ecuación fundamental para la función de Heltmohtz y la relación de Maxwell que de ella se deriva.
2. Escriba: La expresión que define el volumen molar parcial:
   La ley de Mayer

C-6

1. Escriba el valor de la siguiente expresión para un GAS IDEAL
   $(\partial U/\partial V)_T = [T\,(\partial P/\partial T)_V - P] =$ $(\partial S/\partial P)_T =$
2. Escriba la expresión que define: Presión reducida:
   Volumen residual:

C-8

1. Para el sistema Benceno(1)/Tolueno(2) y sabiendo que $P^*_1(T)>P^*_2(T)$, escriba la ley de Raoult para el componente más volátil y haga la representación de dicha ley en el cuadro adjunto.

2. Escriba la expresión del potencial químico en función de la energía interna $\mu =$
   La regla de las fases de Gibbs**:**

C-9

1. Para el proceso **A + 2B ---------- P + 1/2Q** escriba la expresión general de la **ecuación de velocidad** indicando el **nombre** de **todos los parámetros** que aparecen en ella.
2. Dibuje una **curva cinética** para el proceso precedente, exprese la **velocidad en función de la especie seleccionada** para hacerlo e indique cuál es su **significado geométrico**.

C-10

1. Deduzca la ecuación integrada de **orden 0** para el proceso **A ---------- 2B + C** e indique las unidades de k
2. Escriba la expresión que le permitiría llegar a determinar mediante el **método diferencial** el orden de la reacción n_c para el proceso: **A ---------- P**

C-11

1. Para una reacción de **orden 1**, escriba la expresión de la **ley empírica de Arrhenius**, su **linealización** y las unidades **de los parámetros características** de la misma **en S. I.**
2. Escriba la expresión del cambio neto en la concentración **de la especie B** para el proceso:

$$A \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} B$$

ANEXO 4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

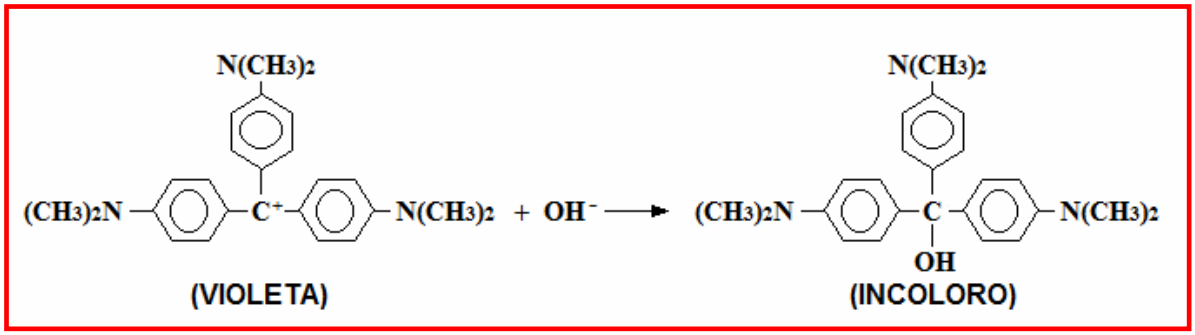
DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE VELOCIDAD PARA EL PROCESO DE DECOLORACIÓN DEL CRISTAL VIOLETA

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la reacción entre los colorantes del trifenilmetano e iones hidroxilo goza de un especial interés dentro de la Medicina, Biología, Farmacia y Química. Así, se les ha estudiado como reactivo de análisis, agentes precipitantes, formadores de complejos indicadores de bases débiles en disolventes no acuosos, y en procesos de adsorción.

El objetivo de esta práctica se centra en la determinación de la ecuación de velocidad para el proceso de decoloración en un colorante orgánico perteneciente al grupo del trifenilmetano, concretamente el derivado hexametil pararosanilina, conocido como **Cristal Violeta (CV)**.

La estructura del cristal violeta y los cambios estructurales que se producen durante el proceso de decoloración en medio básico aparecen reflejados en la siguiente figura.



II. PROYECTO DE TRABAJO

1. Planteamiento General

Teniendo en cuenta lo precedente, para el proceso objeto de estudio la ecuación de velocidad se puede plantear como:

$$- d[CV]/dt = k(T)\,[\,[OH^-]^{\beta}\,[CV]^{\alpha} \qquad [1]$$

Determinar la ecuación de velocidad exigirá llegar a establecer los valores de los órdenes parciales de reacción α, β y el valor del coeficiente de velocidad, **k,** a la temperatura de trabajo.

Trabajando con una concentración de $[OH^-]_o >>> [CV]_o$, la concentración de iones hidroxilo se puede considerar que permanece constante y la ecuación [1] se puede escribir como:

$$- d[CV]/dt = k_{obs}\,[CV]^{\alpha} \qquad [2]$$

siendo:

$$k_{obs} = k(T)\ [OH^-]_o^{\beta} \qquad [3]$$

Trabajando con el método de integración y considerando como hipótesis que $\alpha=1$, se puede proceder a la integración de la ecuación **[2]** considerando como límites los siguientes:

$$CV + OH^- \longrightarrow \text{Carbinol (incoloro)}$$

t=0	a_o	$b_o >>> a_o$	
t= t	a_o-x	b_o-x= b_o = cte	x

$$-\int d[CV]/[CV] = \int k_{obs}\, dt \qquad \boxed{Ln\ a_o/(a_o-x) = k_{obs}} \qquad [4]$$

Por otra parte, si se obtienen valores de k_{obs} para distintos valores en exceso de $[OH^-]_o$ es posible obtener β a partir de la ecuación **[3]** linealizándola de la siguiente forma:

$$\boxed{Ln\ k_{obs} = Ln\ k + \beta\ Ln\ [OH^-]_o} \qquad [5]$$

1. Técnica de Control Cinético: ESPECTROFOTOMETRÍA

El seguimiento de la reacción se va a llevar a cabo analizando a 590 nm la desaparición del del Cristal Violeta como función del tiempo (Consulte el documento donde se explica el fundamento de esta técnica de análisis)

ECUACIÓN INTEGRADA DE VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA ABSORBANCIA

$$\boxed{Ln\ a_o/(a_o-x) = k_{obs}} \qquad [4]$$

$$CV + OH^- \text{ (incoloro)} \longrightarrow \text{Carbinol (incoloro)}$$

t=0	$A_o = \varepsilon\, l\, a_o$
t= t	$A_t = \varepsilon\, l\, a_o$
t=	$A_{oo} = 0$

$$\boxed{Ln\ A_o / A_t = k_{obs}\ t} \qquad [6]$$

En consecuencia, si se obtienen valores de Absorbancia a lo largo del tiempo, At , se podrá analizar si se cumple la siguiente relación:

$$\boxed{Ln\ A_t = Ln\ A_o - k_{obs}\ t} \qquad [7]$$

La representación gráfica de Ln At como función del tiempo debe tener hábito de recta y permitirá obtener el valor de la $\mathbf{k_{obs}}$ de la pendiente de la misma.

Obteniendo distintos valores de $\mathbf{k_{obs}}$ a partir de datos cinéticos A_t= f(t) en condiciones de trabajo en las que se varía la concentración en exceso del NaOH se puede proceder al análisis mediante la ec. [5] para establecer el orden respecto a los iones hidroxilo y la verdadera constante de velocidad.

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Disoluciones de trabajo:

[CV] : 2.0 10^{-5} M

[NaOH] : 1.5 10^{-2} M

2. Procedimiento Experimental :

a) En el matraz de reacción se introducirán los volúmenes necesarios de la **disolución de CV** y de **agua** conforme a los datos recogidos en la **Tabla I** de experiencias previstas.

b) Antes de añadir el NaOH, momento en el que se iniciará la reacción, se deberá tener perfectamente claro cómo se va a poner en marcha el equipo y cómo se va a proceder para la toma de datos experimentales.

c) Finalizado el proceso se dispondrá de parejas de valores **At- t** (cf. **Tabla II)** y se procederá a incluirlos en una hoja Excel preparada para recoger el trabajo de todo el equipo.

IV. TRATAMIENTO NUMÉRICO DE DATOS: PASOS A SEGUIR

Se analizará el comportamiento encontrado realizando la **representación de Ln At en función del tiempo** y, si se observa el hábito de recta, se procederá a realizar el ajuste de regresión lineal anotando los parámetros del ajuste correspondientes.

El el valor obtenido para la $\mathbf{k_{obs}}$ en la experiencia realizada se anotará en la tabla correspondiente (*cf.* Tabla III) en la misma hoja de cálculo Excel junto con la $\mathbf{[NaOH]_o}$ con la que se ha trabajado.

La coordinadora remitirá la hoja de cálculo generada en el laboratorio para que cada alumno las gráficas y cálculos necesarios para llegar a los **resultados finales** que permitirán alcanzar el objetivo planteado.

TABLA I : DATOS DE PREPARACIÓN DE MEZCLAS REACTIVAS

Nº	V_{CV} /cm^3	V_{NaOH}/cm^3	V_{H2O} /cm^3
1	10	10	0
2	15	10	5
3	20	10	10
4	25	10	15
5	30	10	20
6	35	10	25

$V_{REACCIÓN}$ =

CÁLCULO DE LA CONCENTRACIONES EN REACCIÓN:

$[OH^-]_O = V_{NaOH}\ [NaOH]_{DISPONIBLE} / V_{REACCIÓN}$

$[OH^-]_O$ =

TABLA II : DATOS CINÉTICOS EXPERIMENTALES

t/	A_t (590nm)	Ln A_t

RESULTADO CINÉTICO

α = k_{obs} =

TABLA III : RESULTADOS CINÉTICOS GLOBALES

Nº	$[OH^-]_O$ / M	k_{obs}/ 10^{-2}
1		
2		
3		
4		
5		
6		