

# **MEMORIA DE RESULTADOS**

**Título del proyecto:**

**EXPERIENCIA PILOTO PARA EL DISEÑO DEL  
TRABAJO PERSONAL DEL ALUMNO EN  
ASIGNATURAS DEL AREA DE QUÍMICA FÍSICA:  
IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS  
DE APRENDIZAJE Y DE EVALUACIÓN  
CONTÍNUA.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

**M<sup>a</sup> DOLORES MERCHAN MORENO**

**Departamento de Química física**

**Facultad de Ciencias químicas**

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

## **I.- RELACIÓN DE MIEMBROS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARTICIPANTES EN EL PROYECTO**

M<sup>a</sup> Dolores Merchán Moreno

M<sup>a</sup> Ángeles del Arco Vicente

José Luis Usero García

## **II.- INTRODUCCIÓN**

### **OBJETIVOS:**

En el curso académico 2010-11, la Facultad de C. Químicas implantará el grado de Ingeniero Químico y el Grado en Química al Espacio Europeo de Educación Superior. Considerando que un cambio tanto en la metodología de enseñanza-aprendizaje como en el método de evaluación conviene hacerlo de forma progresiva y meditada, el proyecto que se presenta tiene como objetivos:

1. Planificar y diseñar actividades de trabajo personal no presencial del estudiante en las asignaturas que el Departamento imparte en el primer curso de ambas titulaciones.

2. Aplicar las actividades de trabajo personal diseñadas a las asignaturas de primero el curso académico 2009-10.

3. Probar y analizar los resultados de un sistema de evaluación continua, que tenga en cuenta la calificación obtenida en el trabajo no presencial del estudiante.

4. Aumentar el número de estudiantes que siguen la asignatura hasta final de curso de forma activa.

5. Conseguir al menos un 60% de estudiantes aprobados en primera convocatoria.

## **METODOLOGÍA:**

El método implantado se ha probado de modo experimental en las asignaturas Termodinámica y Electroquímica e Introducción a la Cinética de la titulación de Ingeniero Químico durante los cursos 2007-08, 2008-09 y 2009-10.

El Programa de Entregas y Rúbricas (PER), consiste en resolver semanalmente de forma voluntaria un problema propuesto por el profesor.

A través de la plataforma digital de la Universidad de Salamanca (Studium), todos los lunes el profesor publica el problema a resolver junto con su Rúbrica de evaluación (criterios de evaluación del problema), figura 1, y se concede un plazo de una semana para entregarlo resuelto.

Los problemas elegidos para las Entregas deben ser aquellos especialmente interesantes o significativos, y similares en contenido y grado de profundidad y a aquellos que van a plantearse en el examen final.

La Rúbrica de evaluación, permite al profesor especificar claramente qué espera del estudiante y cuáles son los criterios con los que se va a calificar el ejercicio planteado. La Rúbrica se puede considerar como una herramienta de evaluación formativa cuando se integra en el proceso de aprendizaje. Esto se logra cuando se involucra a los estudiantes en el proceso de evaluación de su propio trabajo o del trabajo de sus compañeros.

Cada lunes, los estudiantes entregarán el problema resuelto y como portada la Rúbrica con el nombre del alumno evaluado. El profesor firmará los ejercicios como control de entrega, y lo

distribuirá al azar entre los estudiantes para que cada uno corrija la Entrega de otro compañero (evaluación entre iguales) .

Esa semana, se aprovecha una clase de problemas presencial para corregir el problema de la Entrega semanal. Esta resolución tiene la ventaja de que el 90% de los estudiantes lo ha trabajado, y por tanto la discusión es mucho más fértil. La resolución del problema seleccionado para las Entregas se realizará con la colaboración de los estudiantes, ya que como la mayoría participa en el PER (74% de media) podrán aportar y discutir tanto el procedimiento como los resultados.

El jueves siguiente, los estudiantes deben entregar la Rúbrica rellena, firmada y con la calificación que le otorgan al compañero. La evaluación de la Entrega implica por un lado que el estudiante evaluador conoce las claves del problema, con lo que está reforzando su propio aprendizaje, y por otro, está participando activa y responsablemente en el proceso de evaluación. Se ha constatado que esto incrementa su interés por la asignatura y motiva su aprendizaje.

Cuando el profesor recupera todas las entregas calificadas, generará un archivo pdf "Seguimiento de entregas N°" que colgará en la plataforma de la asignatura. Las reclamaciones relativas a la calificación las resolverán entre ellos poniéndose en contacto por correo electrónico, y cuando han llegado a un acuerdo presentan de nuevo al profesor la Rúbrica con la nueva calificación consensuada.

La herramienta descrita ofrece ventajas claras como son:

- Los objetivos que el profesor pretende alcanzar quedan claramente expuestos y orienta de qué forma pueden alcanzarlos los estudiantes.
- El progreso de cada estudiante queda documentado.
- Permite al profesor describir el nivel de logro alcanzado por el estudiante.

## ENTREGA 5

(Entrega: lunes 09-03-2009)

3. La reacción en disolución  $B + 2C \rightarrow 2P$  se ha estudiado desde el punto de vista cinético analizando su evolución espectrofotométricamente a 405 nm. Trabajando a 35 °C y con disoluciones de "B" y de "C" de concentración 0.1 M se obtuvieron los datos cinéticos que se muestran en la Tabla cuando la mezcla reactiva se preparaba con 0.02 cm<sup>3</sup> de disolución "B" y 5 cm<sup>3</sup> de la disolución "C":

| t/min            | 0     | 15.0  | 35.1  | ∞     |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| A <sub>405</sub> | 0.129 | 0.387 | 0.543 | 0.645 |

Se comprobó también que, cuando se trabajaba a 35°C con la misma disolución de "B" y una disolución de "C" de doble concentración, no variaban A<sub>0</sub> y A<sub>∞</sub> pero la concentración de B se reducía a la mitad en 7.45 min. A partir de estos datos experimentales, deduzca toda la información posible en relación con el comportamiento cinético del proceso irreversible planteado.

Nota: La absorbancia se ha medido después de hacer la línea base con la cubeta y el disolvente. (Ex.: Junio 2007)

## RÚBRICA DE ENTREGA 5

(Entrega: jueves 12-03-2009)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

|   | Calif.<br>(0-10) |
|---|------------------|
| 1. Se calculan correctamente las concentraciones de B y C en la mezcla.   |                  |
| 2. Se plantea la ecuación de velocidad considerando la relación de concentraciones de cada reactivo. (uno está en exceso).                                    |                  |
| 3. Se calculan las concentraciones de B y C en la segunda parte del problema.   |                  |
| 4. Se deduce la o las especies que se están detectando (la Absorbancia aumenta con el tiempo y además, A <sub>0</sub> es diferente de cero).                  |                  |
| 5. Planteamos en la reacción la variación de especies a distintos tiempos (t=0, t, t=∞).  |                  |
| 6. Determinamos el orden de reacción probando gráficamente (n=0, n=1 y n=2).  |                  |
| 7. Se calcula correctamente la pseudo constante de velocidad (valor numérico y unidades).   |                  |
| 8. Con los datos aportados en la segunda parte del problema se calcula otro valor de pseudo constante a otra concentración en exceso de uno de los reactivos. |                  |
| 9. Sabiendo el orden de reacción se obtiene la constante de velocidad verdadera (valor numérico y unidades).  |                  |
| Calificación:   |                  |

Figura 1: Ejemplos de Entrega y Rúbrica de la asignatura "Introducción a la Cinética".

- A los estudiantes les permite conocer los criterios con los que van a ser calificados.
- Aclara al estudiante cuáles son los criterios que debe utilizar al evaluar su trabajo o el de sus compañeros.
- Permite que el estudiante evalúe y haga una revisión final a sus trabajos antes de entregarlos.

- Pone de manifiesto las áreas en las que se tienen deficiencias y permite al profesor realizar aclaraciones o correcciones.
- Promueve la responsabilidad de los estudiantes sobre su aprendizaje.
- Ayuda a mantener el logro del objetivo de aprendizaje centrado en la realización de los trabajos solicitados y en el trabajo del estudiante.
- Permite evaluar distintas competencias, si en el diseño de la rúbrica se reflejan explícitamente los distintos objetivos que se desean conseguir.
- Reduce la subjetividad en la evaluación.

Al finalizar el curso, los estudiantes que han participado contarán con 12 calificaciones, que supondrá el 15% de la calificación final. Esto es, un estudiante que ha sacado 10 en todas las Entregas, tendrá una calificación de 1,5 en el Programa de Entregas y Rúbricas, que se sumarán a la calificación obtenida en el examen, que como máximo valdrá 8,5 puntos.

Teniendo en cuenta el diseño de las asignaturas citadas en el EEES, aún debemos progresar hasta un 20-40% de la calificación final, para el trabajo no presencial del estudiante. En los cursos académicos 2007-08 y 2008-09, el PER ha sido voluntario, por lo que los estudiantes que decidieron no participar, fueron calificados exclusivamente con el examen.

En el curso académico 2009-10, se ha introducido de modo experimental la utilización de 10 bolígrafos digitalizadores, prestados por el Servicio de Archivos y Bibliotecas de la Universidad de Salamanca. De este modo, el 14% de los alumnos participantes en cada entrega generaban simultáneamente una entrega digital que enviaban al profesor, y una entrega en papel que corrige otro

estudiante. El motivo es contrastar las calificaciones otorgadas entre los estudiantes y la que otorgaría el profesor al mismo ejercicio.

La idea de utilizar bolígrafos digitalizadores surgió ante la dificultad detectada de presentar las tareas en formato digital en asignaturas científico-técnicas. Debe tenerse en cuenta que la utilización de editores de ecuaciones para generar los archivos con los problemas resueltos en formato digital, conlleva una gran cantidad de tiempo. El bolígrafo digitalizador generara simultáneamente la entrega en papel, y en formato digital, que podría ser subido a la plataforma o al correo electrónico del profesor sin ninguna dificultad.

Por otro lado, los dibujos necesarios para el planteamiento de problemas, (por ejemplo, diagramas de procesos) también se generan digitalmente con la misma facilidad con la que se dibuja con un lapicero clásico

### **RESULTADOS:**

La utilización del Programa de Entregas y Rúbricas (PER) ha afectado directamente al desarrollo de la docencia en diferentes aspectos que analizaremos a continuación.

En las tablas I, II y III se presentan el porcentaje de estudiantes que ha participado en el PER, porcentaje de estudiantes que obtiene más de un 5 en el programa, y porcentaje de estudiantes que supera el 8.

En la asignatura "Introducción a la Cinética", en el curso 2008-2009 participó el 75% de los estudiantes, un 67% obtuvo 5 o más en el PER y un 59% obtuvo más de un 8; en el curso 2009-2010 participó el 83% de los estudiantes, un 57% obtuvo 5 o más y un 23% obtuvo más de un 8 en el programa. En la asignatura "Termodinámica y electroquímica", en el curso 2008-2009 participó el 68% de los estudiantes, un 40% obtuvo 5 o más en el PER y un 25%

obtuvo más de un 8; en el curso 2009-2010 participó el 75% de los estudiantes, un 71% obtuvo 5 o más y un 46% obtuvo más de un 8 en el programa. En la asignatura "Enlace químico y estructura de la materia", en el curso 2009-2010, primero en que se ha implantado la metodología, participó el 53% de los estudiantes, un 88% obtuvo 5 o más y un 47% obtuvo más de un 8 en el programa.

| CURSO 08-09        |               |               | CURSO 09-10        |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|
| PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% | PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% |
| 75                 | 67            | 59            | 83                 | 57            | 23            |

Tabla I: INTRODUCCIÓN A LA CINÉTICA.

| CURSO 08-09        |               |               | CURSO 09-10        |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|
| PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% | PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% |
| 68                 | 40            | 25            | 75                 | 71            | 46            |

Tabla II. TERMODINÁMICA Y ELECTROQUÍMICA.

| CURSO 08-09        |               |               | CURSO 09-10        |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|
| PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% | PARTICIPACION<br>% | MAS DE 5<br>% | MAS DE 8<br>% |
|                    |               |               | 53                 | 88            | 47            |

Tabla III. ENLACE QUÍMICO Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Es de destacar el elevado grado de participación en el programa, lo que ha hecho disminuir el abandono de la asignatura, ha aumentado el número de alumnos presentados tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, y como se comentará a continuación ha incrementado el número de estudiantes que ha superado la asignatura con éxito.

Respecto a los resultados en las calificaciones, en la Figura 2 se comparan las calificaciones obtenidas en dos cursos académicos, 2005-06 con una metodología basada en la clase magistral (2007-2008 para la asignatura Enlace químico y estructura de la materia, y 2009-10 con la metodología descrita. Se puede observar que además



de aumentar el porcentaje de aprobados, la distribución de la curva de calificaciones se ensancha y se desplaza a la derecha.

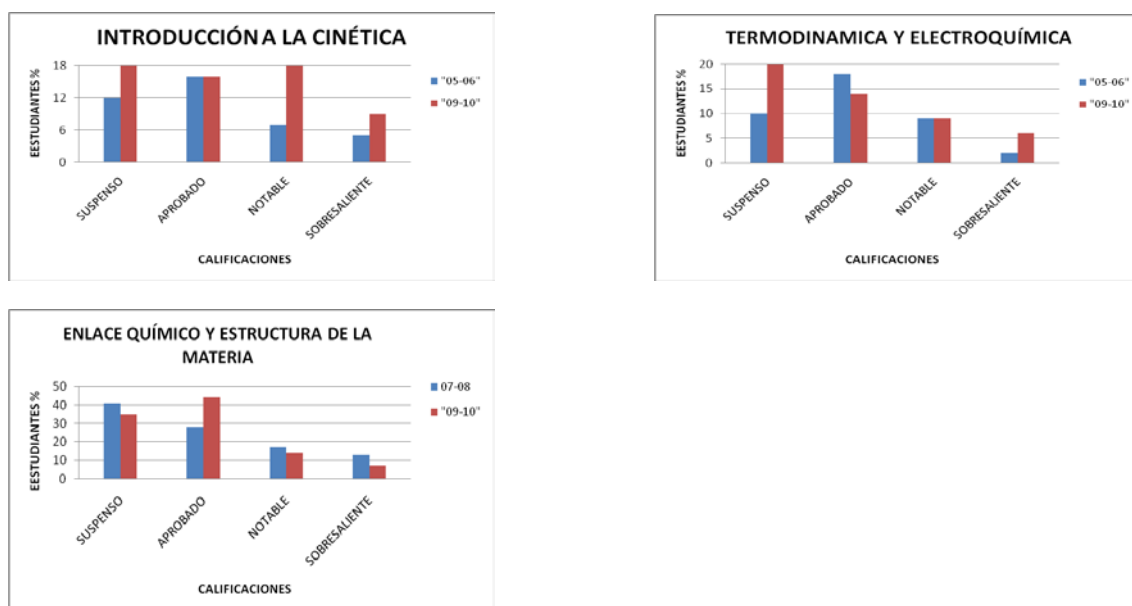


Figura 2: Distribución de calificaciones en los cursos académicos 2005-06: Metodología tradicional y 2009-2010: Metodología basada en el PER.

La figura 3 presenta el porcentaje de estudiantes que superan las asignaturas en los tres últimos cursos, en los que se aplicó esta metodología, en comparación con el curso 2005-06, referido al total de alumnos presentados, Tasa de éxito. Se observa un aumento del número de aprobados en los cursos en los que se aplica la nueva metodología. Destaca además que aumenta el porcentaje de estudiantes que superan la asignatura en convocatoria ordinaria.

La figura 4 recoge la Tasa de rendimiento de los mismos cursos académicos, total de estudiantes que superan la asignatura frente al total de matriculados. Se detecta un incremento en la tasa de rendimiento en los tres últimos cursos académicos, en los cuales se ha utilizado la metodología descrita en este trabajo.

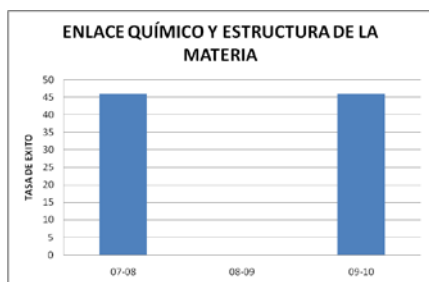
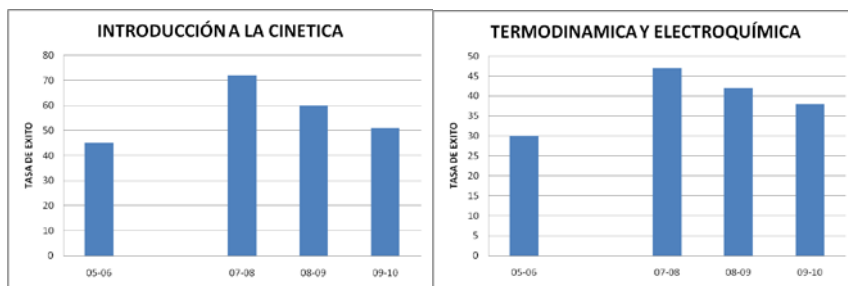


Figura 3: Tasa de éxito: porcentaje de estudiantes que superan las asignaturas respecto al total de presentados en los cursos académicos 05-06: Metodología tradicional; 07-08, 08-09 y 09-10: Metodología basada en el PER.

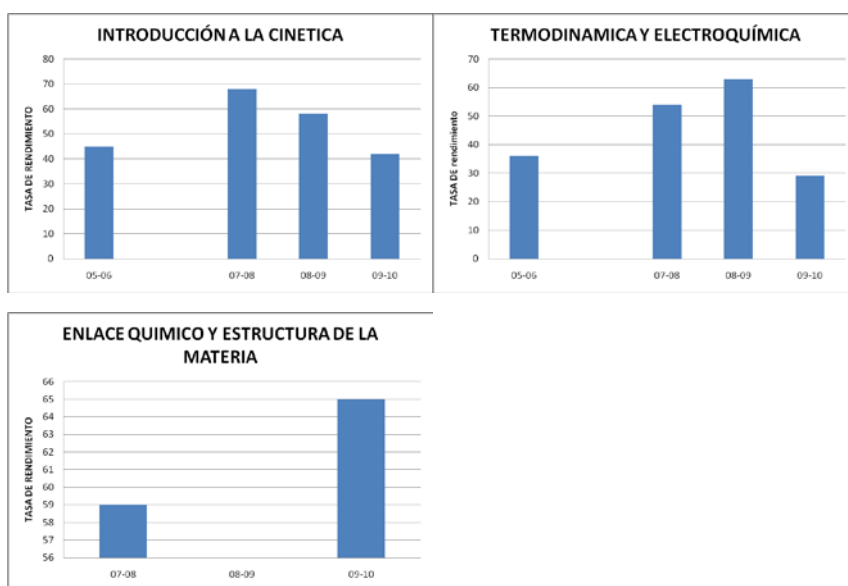


Figura 4: Tasa de rendimiento: porcentaje de estudiantes que superan las asignaturas respecto al total de matriculados en los cursos académicos 05-06: Metodología tradicional; 07-08 y 08-09 y 09-10 : Metodología basada en el PER.

Respecto a la utilización de bolígrafos digitalizadores, durante el primer cuatrimestre del curso 2009-10 se han obtenido interesantes conclusiones:

- La utilización de tecnología de última generación (es el primer uso que se hace en la Universidad de Salamanca de dicho hardware), incrementa la participación de los estudiantes en el programa voluntario de Entregas y Rúbricas (PER).

- Los estudiantes demostraron mucho interés por contrastar su papel de evaluador, ya que siempre se ofrecen voluntariamente más estudiantes que bolígrafos hay disponibles.

- Las calificaciones otorgadas por el profesor, no difieren más de 3 décimas de punto en ambos sentidos, sobre una calificación de 10, lo que da validez al método de Entregas y Rúbricas y demuestra que los estudiantes están haciendo bien su papel de evaluadores, y por tanto se puede compartir esta tarea con ellos.

### **III.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS**

1. El Programa de Entregas y Rúbricas, ha demostrado ser una herramienta muy útil de evaluación formativa y sumativa.

2. La co-evaluación (evaluación entre pares), ha resultado ser de gran interés, fundamentalmente porque ha fomentado la responsabilidad de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El nuevo papel de evaluador cedido al estudiante, ha sido asumido por éste de forma satisfactoria y responsable convirtiéndose en una parte relevante de la evaluación sumativa. Ha posibilitado una forma de evaluación continua muy completa que ahorra mucho tiempo de corrección al profesor.

3. La co-evaluación ha incrementado la motivación e interés por las asignaturas. La co-evaluación lleva implícito un proceso de formación que potencia su aprendizaje, que ha contribuido a mejorar

los resultados académicos en dos asignaturas tradicionalmente con un bajo número de aprobados.

4. Se ha demostrado que el atractivo que las TICs ejercen sobre los estudiantes puede utilizarse para mejorar los resultados académicos, y para aumentar su interés por la asignatura.

5. Un punto débil de la corrección entre pares podría ser la dificultad de participación del profesor en las calificaciones otorgadas. La utilización de bolígrafos digitalizadores, y la entrega simultánea de un ejercicio digital en el buzón del profesor, ha permitido contrastar al menos el 14% de las calificaciones de cada entrega, y se comprueba que la calificación otorgada por otro estudiante, basándose en una rúbrica no difiere significativamente de la que otorgaría el profesor.

## ANEXO I

ENTREGAS Y RÚBRICAS DE LA ASIGNATURA:

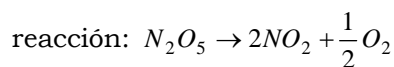
INTRODUCCIÓN A LA CINÉTICA

CURSO 2009-2010

# ENTREGA 1

(entrega: lunes 08-02-2010)

6. Experimentalmente se ha obtenido la siguiente tabla de valores para la



|  |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>t(s):</b>                             | 0.0    | 1000   | 2000   | 3000   | 4000   |
| <b>[N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>] (M):</b> | 0.1250 | 0.1207 | 0.1166 | 0.1126 | 0.1087 |

Determine el orden de reacción y el valor de la constante de velocidad.

# RÚBRICA DE ENTREGA 1

(entrega: jueves 11-02-2010)

**Alumno Evaluado:**

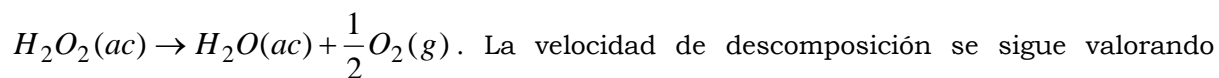
**Alumno Evaluador:**

|  | SI | NO |
|--|----|----|
| 1. Se deducen las ecuaciones de velocidad integradas para orden 0, 1 y 2.  |    |    |
| 2. Se presenta una tabla de datos con [A], Ln [A] y 1/[A] con los valores bien calculados y con sus unidades.  |    |    |
| 3. Se recogen las representaciones gráficas para comprobar si se trata de una reacción de orden cero, uno y dos, con los correspondientes ajustes a líneas rectas. |    |    |
| 4. Se ha seleccionado el ajuste más adecuado.  |    |    |
| 5. Se indica claramente el orden de la reacción y la constante de velocidad con sus correspondientes unidades.   |    |    |
| Nº de respuestas afirmativas:  |    |    |
| Calificación (Nº de respuestas afirmativas /0.5)   |    |    |

## ENTREGA 2

(Entrega: lunes 15-02-2010)

10. El peróxido de hidrógeno se descompone en agua y oxígeno según la reacción:



muestras de disolución con permanganato de potasio a diversos tiempos, obteniéndose a 25 °C los siguientes resultados:

|   |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]/M:                   | 0.200 | 0.300 | 0.500 | 0.700 | 0.900 |
| v <sub>o</sub> 10 <sup>4</sup> /M min <sup>-1</sup> : | 1.03  | 1.55  | 2.59  | 3.62  | 4.68  |

Determine: a) el orden de reacción, la constante de velocidad y el tiempo de vida media. b) El agua oxigenada se vende en disoluciones al 30% en peso. Si la disolución se mantiene a 25°C ¿Cuánto tiempo tardará en convertirse en una disolución del 10%?. c) Si a 40°C la constante de velocidad es 1.93 10<sup>-3</sup> min<sup>-1</sup>, calcule la energía de activación para la descomposición del peróxido de hidrógeno. d) Si estas disoluciones se guardan en nevera a 4°C, ¿cuánto tiempo tardará la disolución del 30% en descomponerse y pasar al 10%?

## RÚBRICA DE ENTREGA 2

(entrega: jueves 18-02-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|   | SI | NO |
|---|----|----|
| 1. Se presentan los datos cinéticos en forma de tabla con unidades en la cabecera   |    |    |
| 2. Se plantea la ley de velocidad general en forma logarítmica  |    |    |
| 3. Se representa Ln v frente a Ln[A]. La gráfica tiene los ejes rotulados con las magnitudes que representan y sus unidades.                              |    |    |
| 4. Los puntos de la gráfica están ajustados a una recta. Se recoge el resultado del mejor ajuste.   |    |    |
| 5. Aparece explícitamente el orden de la reacción.  |    |    |
| 6. Aparece el valor calculado para la constante de velocidad con sus unidades.  |    |    |
| 7. Aparece deducida la ecuación del tiempo de vida media para el orden correspondiente  |    |    |
| 8. Se ha calculado el tiempo de vida medio correctamente.   |    |    |
| 9. Se calcula la concentración molar correspondiente a una disolución de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> del 30% en peso y a una disolución del 10% en peso |    |    |
| 10. Se calcula el tiempo necesario para la descomposición indicada.   |    |    |
| 11. Se aplica correctamente la ec. de Arrhenius y aparece el valor correcto de E <sub>a</sub> en magnitud y unidades.                                     |    |    |
| 12. Se calcula k a la nueva temperatura   |    |    |
| 13. Se calcula el tiempo necesario para el mismo proceso a la nueva temperatura.  |    |    |
| Nº de respuestas afirmativas:   |    |    |
| Calificación = (Nº de respuestas afirmativas/1.3):  |    |    |

## ENTREGA 3

(Entrega: lunes 21-02-2010)

**13.** Determine la ecuación cinética para la isomerización de ciclopropano a propeno en fase gaseosa a 770 K. En la tabla aparecen recogidas las concentraciones de ciclopropano frente al tiempo:

|          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [C] (M): | 0.183 | 0.158 | 0.133 | 0.113 | 0.098 | 0.083 | 0.070 | 0.060 |
| t/min:   | 0     | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    |

Utilice el método diferencial.

---

**14.** Repita el problema anterior utilizando el método integral.

## RÚBRICA DE ENTREGA 3

(Entrega: jueves 24-02-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|  | Calificación<br>0-10 |
|--|----------------------|
| 1. Se plantea la ecuación de velocidad en forma logarítmica.   |                      |
| 2. Se representa [A] frente a t y se ajusta a polinomio de grado 2 ó 3.  |                      |
| 3. Se calculan las velocidades a los distintos tiempos, y se recogen en otra columna en la tabla de datos con unidades correctas.                                  |                      |
| 4. Aparece la representación $\ln v$ frente a $\ln [A]$ y se calcula el orden de reacción y la constante de velocidad.   |                      |
| 5 Se deducen las ecuaciones de velocidad integradas para orden 0, 1 y 2.   |                      |
| 6 Se presenta una tabla de datos con [A], $\ln [A]$ y $1/[A]$ con los valores bien calculados y con sus unidades.  |                      |
| 7. Se recogen las representaciones gráficas para comprobar si se trata de una reacción de orden cero, uno y dos, con los correspondientes ajustes a líneas rectas. |                      |
| 8. Se ha seleccionado el ajuste más adecuado, y se justifica.  |                      |
| 9. Se indica claramente el orden de la reacción y la constante de velocidad con sus correspondientes unidades.   |                      |
| Calificación final:  |                      |



## ENTREGA 4

(Entrega: lunes 01-03-2010)

**20.** Hinselwood estudió la reacción de descomposición hidrolítica de meta-nitrobenzoato de etilo por iones hidroxilo. A 288.2 K para una concentración inicial de ambas sustancias de 0.05 M, encontró los siguientes datos cinéticos:

|                        |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>t(s):</b>           | 120   | 180   | 240   | 330   | 530   | 600   |
| <b>% transformado:</b> | 32.95 | 41.75 | 48.80 | 58.05 | 69.00 | 70.35 |

Determine el orden y la velocidad específica de la reacción. Calcule los parámetros de activación a partir de los siguientes valores:

|                                    |      |      |       |       |
|------------------------------------|------|------|-------|-------|
| <b>T(°C):</b>                      | 0.1  | 15.2 | 24.9  | 39.9  |
| <b>10<sup>2</sup>k (unidades):</b> | 2.31 | ¿?   | 17.15 | 48.80 |

## RÚBRICA DE ENTREGA 4

(Entrega: jueves 04-03-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|   | CALIF. |
|---|--------|
| 1. Se obtiene una expresión para la concentración de reactivo en función de los datos experimentales.   |        |
| 2. Aparecen las ecuaciones de velocidad para orden cero, uno y dos deducidas y linealizadas.  |        |
| 3. En la tabla de datos se incluyen las columnas necesarias para probar los distintos órdenes de reacción, con unidades correctas en las cabeceras.   |        |
| 4. Se presentan las representaciones gráficas para orden cero, uno y dos en papel milimetrado o realizadas a ordenador, con los ejes bien rotulados y con unidades. Sobre las representaciones gráficas aparecen los ajustes a recta por mínimos cuadrados. |        |
| 5. Se elige y justifica el orden de reacción en función del mejor ajuste. Se presenta el valor de la constante de velocidad con unidades coherentes con el orden de reacción.   |        |
| 6. Se plantea la ecuación de Arrhenius linealizada en forma logarítmica.  |        |
| 7. En una tabla recogen los datos transformados convenientemente para calcular los parámetros de activación.  |        |
| 8. Se presenta la representación gráfica de los datos anteriores en papel milimetrado o realizada por ordenador, y se recoge la ecuación del mejor ajuste.  |        |
| 9. Aparecen los parámetros de activación correctamente calculados, con unidades.  |        |
| Calificación  |        |

## ENTREGA 5

(Entrega: lunes 08-03-2010)

23. La reacción en disolución  $B + 2C \rightarrow 2P$  se ha estudiado desde el punto de vista cinético analizando su evolución espectrofotométricamente a 405 nm. Trabajando a 35 °C y con disoluciones de "B" y de "C" de concentración 0.1M se obtuvieron los datos cinéticos que se muestran en la Tabla cuando la mezcla reactiva se preparaba con 0.02 cm<sup>3</sup> de disolución "B" y 5 cm<sup>3</sup> de la disolución "C":

|                  |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| t/min            | 0     | 15.0  | 35.1  | ∞     |
| A <sub>405</sub> | 0.129 | 0.387 | 0.543 | 0.645 |

Se comprobó también que, cuando se trabajaba a 35°C con la misma disolución de "B" y una disolución de "C" de doble concentración, no variaban A<sub>0</sub> y A<sub>∞</sub> pero la concentración de B se reducía a la mitad en 7.45 min. A partir de estos datos experimentales, deduzca toda la información posible en relación con el comportamiento cinético del proceso irreversible planteado.

Nota: La absorbancia se ha medido después de hacer la línea base con la cubeta y el disolvente.

## RÚBRICA DE ENTREGA 5

(Entrega: jueves 11-03-2010)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

|   | CALIF. |
|---|--------|
| 1. Se calculan correctamente las concentraciones de B y C en la mezcla.   |        |
| 2. Se plantea la ecuación de velocidad considerando la relación de concentraciones de cada reactivo. (uno está en exceso).                                    |        |
| 3. Se calculan las concentraciones de B y C en la segunda parte del problema.   |        |
| 4. Se deduce la o las especies que se están detectando (la Absorbancia aumenta con el tiempo y además, A <sub>0</sub> es diferente de cero).                  |        |
| 5. Planteamos en la reacción la variación de especies a distintos tiempos (t=0, t, t=inf.).   |        |
| 6. Determinamos el orden de reacción probando gráficamente (n=0, n=1 y n=2).  |        |
| 7. Se calcula correctamente la pseudo constante de velocidad (valor numérico y unidades).   |        |
| 8. Con los datos aportados en la segunda parte del problema se calcula otro valor de pseudo constante a otra concentración en exceso de uno de los reactivos. |        |
| 9. Sabiendo el orden de reacción se obtiene la constante de velocidad verdadera (valor numérico y unidades).  |        |
| Calificación:   |        |

## ENTREGA 6

(Entrega: lunes 15-03-2010)

**28.** Los siguientes datos se han obtenido en un estudio cinético de la saponificación de un éster por un *ligero* exceso de álcali cuando 50 cm<sup>3</sup> de muestra de la mezcla de reacción se valoran con ácido clorhídrico 0.04M.:

t(s):            0        220    380    630    820    24h

V<sub>HCl</sub> (cm<sup>3</sup>):    31.1   27.2   25.3   23.2   21.9   16.5

Determine el orden de reacción y la constante de velocidad.

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 6

(Entrega: jueves 18-03-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|   | SI | NO |
|---|----|----|
| 1. Se plantea la reacción química entre el éster y la base en exceso y se plantean las concentraciones de los dos componentes a distintos tiempos (0, t y ∞)  |    |    |
| 2. Planteamos una ecuación para calcular b <sub>0</sub> , y a <sub>0</sub> en función de los datos del problema.  |    |    |
| 3. Se deduce la ecuación de velocidad integrada para orden dos.   |    |    |
| 4. Aparece una tabla de datos con las columnas necesarias para comprobar mediante el método de integración si la reacción es de orden dos. Las columnas tienen las unidades de forma explícita.               |    |    |
| 5. Se comprueba que la representación de los datos según indica la ecuación de velocidad integrada de orden dos, da lugar a una línea recta. En la gráfica los ejes están bien rotulados y aparecen unidades. |    |    |
| 6. La constante de velocidad está calculada correctamente, en valor numérico y unidades.  |    |    |
| Calificación:   |    |    |

## ENTREGA 7

(Entrega: lunes 22-03-2010)

**54. 33.** Se ha estudiado cinéticamente la conversión de ácido  $\gamma$ -hidroxibutírico en la correspondiente lactona, trabajando a 25°C y medio clorhídrico 0.2 M. La concentración inicial del hidroxiaácido (medida en unidades arbitrarias) era de 18.23 y la concentración de Lactona, L (medida en las mismas unidades) variaba en función del tiempo de la siguiente forma:

|                |   |      |      |      |      |      |      |          |
|----------------|---|------|------|------|------|------|------|----------|
| <b>t, min:</b> | 0 | 21   | 36   | 50   | 65   | 80   | 100  | $\infty$ |
| <b>[L]:</b>    | 0 | 2.41 | 3.73 | 4.96 | 6.10 | 7.08 | 8.11 | 13.28    |

Calcule la constante de equilibrio y las constantes de velocidad de los procesos directo e inverso.

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 7

(Entrega: lunes 25-03-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|   | Calificación |
|---|--------------|
| 1. Se deduce la ecuación de velocidad integrada para reacciones reversibles.  |              |
| 2. A partir de la concentración inicial y de la conversión en el equilibrio, se calcula la constante de equilibrio.   |              |
| 3. Aparece una tabla de datos que permitirá calcular el orden de reacción (tiene unidades correctas)  |              |
| 4. Aparece la representación gráfica de los datos recogidos en la tabla, que permitirá determinar la constante de velocidad de uno de los procesos. Los ejes aparecen rotulados (magnitud representada y sus unidades). |              |
| 5. Se recoge el ajuste de los datos representados a una línea recta y se calcula la constante de velocidad de uno de los procesos. El valor y las unidades son correctos.   |              |
| 6. Se calcula la constante de velocidad del otro proceso. El valor y sus unidades son correctos.  |              |
| Calificación:   |              |

## ENTREGA 8

(Entrega: lunes 29-03-2010)

37. Un diéster metílico se hidroliza en disoluciones acuosas diluidas de ácidos

fuertes de acuerdo con el esquema siguiente:  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$

Calcular ambas constantes a partir de los siguientes datos, obtenidos a 25 °C en presencia de HCl 0.1M.

t(min): 0 130 200 500 640 1470 2004

[A](mol/L): 0.1000 0.08871 0.0678 0.0373 0.0296 0.0072 0.0026

[C](mol/L): 0 0.0012 0.0028 0.0137 0.0196 0.0525 0.0703

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 8

(Entrega: martes 30-03-2010)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

|  | Calificación |
|--|--------------|
| 1. Se plantea el balance de materia al reactivo inicial $[A]_0$ , y se obtiene la tabla de $[B]$ a los distintos tiempos.  |              |
| 2. Se representa $[A]$ , $[B]$ y $[C]$ frente al tiempo sobre una misma gráfica.   |              |
| 3. Se Deduce una expresión para la concentración de A en función del tiempo.   |              |
| 4. Se presenta la representación gráfica que permite obtener el valor de $k_1$ , los ejes están rotulados correctamente y tienen unidades. El valor de $k_1$ es correcto en magnitud y unidades. |              |
| 5. Se Deduce una expresión para la concentración de B en función del tiempo.   |              |
| 6. Se Deduce una expresión para la concentración de C en función del tiempo.   |              |
| 7. Se plantea la velocidad de aparición del reactivo B, y se aplica la condición de máximo.  |              |
| 8. Obtenemos el valor de $[A]$ y de $[B]$ en el máximo, y a partir de la condición de máximo se obtiene $k_2$ correcto en magnitud y unidades.   |              |
| Calificación:  |              |

## ENTREGA 9

(Entrega: Martes 13-04-2010)

44. La reacción de nitración de Tolueno, por reacción directa de tolueno en exceso con ácido nítrico y en presencia de un fuerte deshidratante como es el ácido sulfúrico puro, da como productos de reacción una mezcla de los isómeros orto, meta y para-nitrotolueno, en las proporciones siguientes: 51%, 11% y 38% respectivamente. Se ha seguido esta reacción tomando el ácido nítrico como especie de control obteniéndose los siguientes resultados:

|                             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>t/min:</b>               | 0     | 5     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 75    | 90    |
| <b>[HNO<sub>3</sub>]/M:</b> | 0.100 | 0.089 | 0.079 | 0.063 | 0.050 | 0.039 | 0.031 | 0.025 | 0.018 | 0.012 |

Calcúlense las constantes de velocidad de las reacciones por las que se forman el orto, meta y para-nitrotolueno.

Dato: La densidad de tolueno a la temperatura a la que se lleva a cabo el estudio cinético es 0.867 g cm<sup>-3</sup>.

## RÚBRICA DE ENTREGA 9

(Entrega: jueves 15-04-2010)

**Alumno Evaluado:**

**Alumno Evaluador:**

|   | Calif. |
|---|--------|
| 1. Se plantea la reacción como tres reacciones simultáneas. Se obtiene la ecuación de velocidad suponiendo orden uno para las tres etapas, y que el tolueno está en exceso.   |        |
| 2. Con los datos experimentales, se realiza la representación grafica adecuada y se obtiene la constante de velocidad global. Los ejes de las gráficas están bien rotulados y con unidades, y la constante de velocidad tiene las unidades adecuadas. |        |
| 3. Se calcula la concentración molar de Tolueno inicial, en exceso, a partir de la densidad que nos da el problema.   |        |
| 4. Se deducen las ecuaciones que relacionan las concentraciones de los tres productos de las reacciones simultáneas con la relación de constantes.  |        |
| 5. Teniendo en cuenta la relación de concentraciones entre los productos de las tres reacciones simultáneas, y la constante obtenida de la representación de los datos, obtenemos las constantes individuales de los tres procesos.                   |        |
| Calificación:   |        |

# ENTREGA 10

(Entrega: lunes 19-04-2010)

46. Considere el siguiente proceso:  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ . Conocidas las expresiones para  $[A]/[A]_0$ ,  $[B]/[A]_0$ ,  $[C]/[A]_0$  como funciones del tiempo y considerando que  $k_1=1 \text{ s}^{-1}$ , represente las expresiones que resultan cuando  $k_2/k_1=0.1$  y 10. Suponga que al inicio de la reacción sólo existe la especie A. Comente los resultados obtenidos.

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 10

(Entrega: jueves 22-04-2010)

Alumno Evaluado:

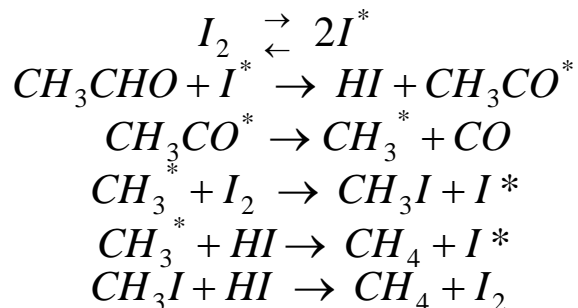
Alumno Evaluador:

|   | CALIF. |
|---|--------|
| 1. Se deducen las ecuaciones $[A]/[A]_0$ , $[B]/[A]_0$ , $[C]/[A]_0$ , siguiendo el procedimiento descrito en las clases de teoría. |        |
| 2. Para $k_2/k_1=0.1$ se presenta una tabla de tiempos de 0 a 10 segundos, y se calcula $[A]/[A]_0$ , $[B]/[A]_0$ , $[C]/[A]_0$ .   |        |
| 3. Para $k_2/k_1=10$ se presenta una tabla de tiempos de 0 a 10 segundos, y se calcula $[A]/[A]_0$ , $[B]/[A]_0$ , $[C]/[A]_0$ .    |        |
| 4. Para $k_2/k_1=0.1$ , se presenta la representación gráfica de $[A]/[A]_0$ , $[B]/[A]_0$ , $[C]/[A]_0$ .                          |        |
| 5. Para $k_2/k_1=10$ , se presenta la representación gráfica de $[A]/[A]_0$ , $[B]/[A]_0$ , $[C]/[A]_0$ .                           |        |
| 6. Se comenta la gráfica correspondiente a $k_2/k_1=0.1$ .  |        |
| 7. Se comenta la gráfica correspondiente a $k_2/k_1=10$ .   |        |
| 8. Se Comparan las dos gráficas.  |        |
| CALIFICACIÓN  |        |

# ENTREGA 11

(Entrega: lunes 26-04-2010)

52. Se ha sugerido el siguiente mecanismo para explicar la descomposición térmica del acetaldehído, catalizada por yodo:



Compruebe que es compatible con el hecho observado de que la velocidad de formación de CO es de orden  $\frac{1}{2}$  respecto al yodo y 1 respecto al acetaldehído.

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 11

(Entrega: jueves 29-04-2010)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

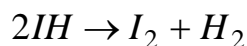
|   | Calif. |
|---|--------|
| 1. Se plantea la ecuación de velocidad que permite comprobar la observación experimental respecto a los órdenes de reacción.  |        |
| 2. Se aplica la condición de estado estacionario a todas las especies intermedias.  |        |
| 3. Se busca la combinación algebraica de ecuaciones que permita escribir la concentración de especies intermedias en función de las constantes de velocidad de las etapas del mecanismo y de la concentración de especies estables. |        |
| 4. Sustituimos las concentraciones anteriores en la ecuación de velocidad y se escribe la ecuación sin la presencia de especies radicalarias o intermedias.   |        |
| 5. Se comenta la ecuación obtenida.   |        |
| 6. Se calcula la energía de activación y el factor preexponencial en función de los parámetros de activación de las etapas elementales del mecanismo.   |        |
| Calificación  |        |



## ENTREGA 12

(Entrega: lunes 3-05-2010)

51. Considere la descomposición bimolecular del yoduro de hidrógeno:



Suponiendo que el diámetro molecular de choque es 0.55 nm y que la energía de activación encontrada experimentalmente es de 185 kJ mol<sup>-1</sup>, calcule para 700 K y 1 atm de presión:

- Número de choques por unidad de tiempo y volumen.
  - La velocidad de reacción y la constante de velocidad a 700K.
  - La constante de velocidad a 300 y 560 K. ¿Se satisface la ecuación de Arrhenius?.
- 

## RÚBRICA DE ENTREGA 12

(Entrega: jueves 06-05-2010)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

|  | Calificación |
|--|--------------|
| 1. Se plantea la ecuación del número de choques explicando las hipótesis de la teoría de colisiones  |              |
| 2. A partir de las condiciones de P y Temperatura se calcula la concentración de reactivos en mol/L. |              |
| 3. Se calcula el número total de colisiones.   |              |
| 4. La velocidad de reacción aparece calculada correctamente en valor y unidades.                     |              |
| 5. La constante de velocidad a 700 K es correcta en valor y unidades.                                |              |
| 6. Las constantes de velocidad a 300 y 500 K son correctas en valor y unidades.                      |              |
| 7. Se hace la representación gráfica necesaria para comprobar si se cumple la ley de Arrhenius.      |              |
| 8. Se Comenta el resultado obtenido, y se calcula el valor de la energía de activación.              |              |
| Calificación   |              |

## ANEXO II

ENTREGAS Y RÚBRICAS DE LA ASIGNATURA:

TERMODINÁMICA Y ELECTROQUÍMICA

CURSO 2009-2010

# ENTREGA 1

(entrega: lunes 28-09-2009)

6. Una mezcla Etanol-Agua con una composición en peso del 40% tiene una densidad de  $0.9352 \text{ g cm}^{-3}$ . a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determine:

- El volumen molar medio y específico de la disolución.
- La composición de la disolución en fracción molar.

## RÚBRICA DE ENTREGA 1

(entrega: jueves 01-10-2009)

Alumno Evaluado:

Alumno Evaluador:

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se escriben correctamente las expresiones de volumen molar medio y específico de la disolución                    |        |
| 2. A partir del dato de la composición en peso se obtiene una expresión para la masa de cada uno de los componentes. |        |
| 3. El volumen molar medio está calculado correctamente en magnitud y unidades.                                       |        |
| 4. El volumen específico está calculado correctamente en magnitud y unidades.  |        |
| 5. La fracción molar está calculada correctamente.   |        |
| Calificación   |        |

## ENTREGA 2

(Entrega: lunes 05-10-2009)

15. Una masa de aire con comportamiento ideal, sufre dos procesos reversibles consecutivos:

a) Expansión isobárica a 100 kPa y  $v_1 = 20 \text{ dm}^3 \text{ kg}^{-1}$  hasta triplicar el volumen.

b) Compresión isotérmica hasta recuperar el volumen inicial.

i) Represente los dos procesos en un diagrama P-V y determine el trabajo total puesto en juego por unidad de masa.

ii) Suponga el estado final alcanzado después de los dos procesos anteriores y determine el trabajo total puesto en juego después de someter al aire a un proceso de expansión isotérmica hasta triplicar el volumen y a continuación, una compresión isobárica hasta recuperar el volumen del estado inicial.

## RÚBRICA DE ENTREGA 2

(entrega: jueves 08-10-2009)

Estudiante Evaluado:

Estudiante Evaluador:

|   | Calif. |
|---|--------|
| 1. Se representan los cilindros con los datos de los estados por los que pasa el gas, y en flechas, las características de los procesos.  |        |
| 2. Se realiza un diagrama p-V cualitativo y se representan los estados por los que pasa el sistema.   |        |
| 3. Se plantea la expresión del trabajo en el primer proceso y se resuelve la integral.  |        |
| 4. Se sustituyen los valores de las variables y se calcula el trabajo correctamente en signo, magnitud y unidades. Se comenta el signo del trabajo.   |        |
| 5. Se plantea la expresión del trabajo para el segundo proceso y se resuelve la integral.   |        |
| 6. Se sustituyen los valores de las variables y se calcula el trabajo correctamente en signo, magnitud y unidades. Se comenta el signo del trabajo.   |        |
| 7. Se presentan los dos procesos en el diagrama p-v y se marca el área correspondiente al trabajo neto.   |        |
| 8. Sobre otro diagrama p-v se representa un proceso isotérmico desde el último estado alcanzado, y un proceso isobárico hasta el estado inicial. Se discute si el trabajo neto será de igual o distinto signo que en el caso planteado en el apartado i). |        |
| 9. Se calcula el trabajo puesto en juego con los procesos descritos en el apartado ii) y se compara con la respuesta cualitativa dada en el apartado 8.   |        |
| Calificación total:   |        |

## ENTREGA 3

(Entrega: martes 13-10-2009)-en despacho del profesor

**18.** Un gas recorre un ciclo termodinámico que consta de las siguientes etapas:

- Expansión con  $PV = \text{cte}$  y sin variación de energía interna.
- Proceso isobárico a 5 atm en el que se desprenden 20 kJ en forma de calor.
- Proceso isócoro a 30 dm<sup>3</sup> en el que se absorben 30 kJ en forma de calor.

- Represente el ciclo en un diagrama P-v y señale los procesos de calentamiento.
  - Analice sin hacer cálculos si podrá obtener trabajo neto con el desarrollo de estos procesos.
  - Calcule la energía neta intercambiada en forma de calor, en kJ durante el ciclo.
  - Calcule el trabajo puesto en juego en los tres procesos y compárelo con la respuesta del apartado 1.
- 

## RÚBRICA DE ENTREGA 3

(Entrega: jueves 15-10-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|  | Calif.(0-1) |
|--|-------------|
| 1. Aparece un diagrama P-V en el que se han marcado los dos estados sobre sus correspondientes isotermas. También están dibujadas las líneas de los procesos.  |             |
| 2. Se aplica el primer principio para los tres procesos y se analiza el signo del calor en cada uno de ellos.  |             |
| 3. Se analiza el área bajo la línea de los procesos y se justifica el signo del trabajo neto.  |             |
| 4. Se plantea el primer principio al ciclo completo, y se plantea una ecuación para el calor total intercambiado.  |             |
| 5. Se plantea la expresión del calor para el primer proceso, y <b>en el ciclo</b> , se buscan las relaciones necesarias para determinar $V_2$ .<br>$V_2$ se calcula correctamente en valor y unidades. |             |
| 6. Se calcula correctamente el calor intercambiado en el primer proceso, y el calor total en el ciclo.   |             |
| 7. Se obtiene el trabajo puesto en juego en el ciclo de forma correcta en valor y unidades.  |             |
| Calificación = (Suma/0.7)  |             |

## ENTREGA 4

(Entrega: lunes 19-10-2009)

Un gas ideal se encuentra ocupando un volumen de  $56.5 \text{ dm}^3$  a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $1 \text{ atm}$  de presión. Desde este estado inicial se producen las siguientes transformaciones reversibles:

- Compresión adiabática hasta  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Enfriamiento isobárico de  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Calentamiento isócoro hasta alcanzar  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Expansión isotérmica hasta alcanzar el estado inicial.

Considerando,  $C_v = (3/2) R$ , determine:

- El trabajo realizado en cada etapa y en el ciclo completo
- El calor implicado en el ciclo completo.
- Dibuje sobre un diagrama P-v los 4 estados por los que pasa el gas. Señale los procesos de calentamiento.

## RÚBRICA DE ENTREGA 4

(Entrega: jueves 22-10-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|   | Calif. |
|---|--------|
| 1. Se dibujan 4 cilindros en los que se especifican las características del gas en cada estado. Aparecen Las características de cada proceso  |        |
| 2. Se deduce la ecuación que relaciona V y T en un proceso adiabático.  |        |
| 3. Diagrama P-v es correcto, y se predice razonadamente el signo de los calores intercambiados en cada etapa.   |        |
| 4. Se calcula $W_{1-2}$ correctamente en magnitud, signo y unidades. Se comenta el signo  |        |
| 5. Se plantea la expresión para calcular el trabajo puesto en juego en un proceso isobárico y se calcula $W_{2-3}$ correctamente en magnitud, signo y unidades (J). Se comenta el signo.  |        |
| 6. Se plantea la expresión para calcular el trabajo puesto en juego en un proceso isócoro y se justifica el valor obtenido para $W_{3-4}$ .   |        |
| 7. Se plantea la expresión para calcular el trabajo puesto en juego en un proceso isotérmico y se calcula $W_{4-5}$ correctamente en magnitud, signo y unidades (J). Se comenta el signo. |        |
| 8. Se obtiene el trabajo total y se comenta el signo comparándolo con el signo del área en el diagrama p-v  |        |
| 9. Se justifica el valor del calor de 1-2.  |        |
| 10. Se plantea la expresión para calcular el calor puesto en juego en el proceso de 2-3 y se obtiene $Q_{2-3}$ , correcto en signo, magnitud y unidades.                                  |        |
| 11. Se plantea la expresión para calcular el calor puesto en juego en el proceso de 2-3 y se obtiene $Q_{3-4}$ , correcto en signo, magnitud y unidades.                                  |        |
| 12. Se plantea la expresión para calcular el calor puesto en juego en el proceso de 2-3 y se obtiene $Q_{4-5}$ , correcto en signo, magnitud y unidades.                                  |        |

|  |  |
|--|--|
| 13. Se obtiene el calor total.                 |  |
| Calificación total:                            |  |
| Calificación = (Nº respuestas afirmativas/1.3) |  |

## ENTREGA 5

(Entrega: lunes 26-10-2009)

29. En una central térmica que opera en situación estacionaria, el agua que entra en la turbina para producir 141.49 MW ha incrementado su entalpía a su paso por la caldera en 3082.27 kJ/kg. A la salida de la turbina, el agua se hace circular por un condensador donde va a transferir 2162.8 kJ/kg de energía en forma de calor al agua de refrigeración. A la salida del condensador, el agua es succionada por una bomba que la impulsa de nuevo hacia la caldera y aumenta su entalpía en 168.95 kJ/kg. Despreciando las variaciones de energía cinética y potencial, y suponiendo que los únicos intercambios significativos de energía en forma de calor del agua de operación son los que se producen en el condensador y la caldera, determine:

a) La potencia que requerirá la bomba. b) La cantidad de energía intercambiada por el agua en kJ/s, a su paso por la caldera.

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 5

(Entrega: jueves 29-10-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se ha hecho un esquema del sistema y se recogen las condiciones y datos de los procesos impuestos por el enunciado.                     |        |
| 2. Se plantea el primer principio para sistemas en flujo, y se simplifican los términos energéticos nulos.                                 |        |
| 3. Se plantea la ecuación para la variación TOTAL de entalpía y se calculan los términos de variación de entalpía de las distintas etapas. |        |
| 4. Se aplica la condición de ciclo, y se obtiene el trabajo obtenido en J/kg.  |        |
| 5. Se obtiene el flujo másico en kg/s.   |        |
| 6. Se determina la potencia de la bomba en J/kg y en W.  |        |
| 7. Se determina el calor intercambiado en la caldera en J/kg y en Watios.  |        |
| Calificación:  |        |



# ENTREGA 6

(Entrega: martes 03-11-2009) en el despacho del profesor

---

**34.** Una planta de potencia opera con una fuente a  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un sumidero a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Si la eficiencia térmica es igual al 60% de la de una máquina de Carnot para las mismas temperaturas,

- a) ¿Cuál es la eficiencia térmica de la planta?
  - b) ¿qué incremento debe darse a la temperatura de la fuente para que la eficiencia térmica de la planta aumente al 40%?. De nuevo,  $\eta$  es igual al 60% del valor correspondiente a la máquina de Carnot.
- 

## RÚBRICA DE ENTREGA 6

(Entrega: jueves 05-11-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se hace un esquema del foco caliente y del foco frío con las temperaturas marcadas en Kelvin, y se plantea la expresión que permite calcular el rendimiento de la máquina en términos del calor y trabajo intercambiados. |        |
| 2. Se deduce la expresión del rendimiento en función de la temperatura de los focos.   |        |
| 3. Se obtiene el rendimiento de una máquina de Carnot que trabajase entre los mismos depósitos térmicos que nuestra máquina real.  |        |
| 4. Se determina el rendimiento de la máquina real.   |        |
| 5. Se calcula el rendimiento deseado, y el de la máquina de Carnot entre los nuevos focos térmicos.  |        |
| 6. Se calculan las temperaturas de los depósitos térmicos para obtener el incremento en el rendimiento deseado.  |        |
| Calificación:  |        |

# ENTREGA 7

(Entrega: lunes 9-11-2009)

40. 100 kg de un gas ideal ( $C_v = 2.5 R$ ) se encuentran encerrados en un dispositivo cilindro-pistón a 500 K y una presión  $P_1$ . El gas sufre los siguientes procesos reversibles consecutivos:

- Proceso isotérmico hasta reducir su presión a la mitad.
- Descenso isobárico de la temperatura al 50% de su valor inicial.
- Reducción isócara de la presión hasta alcanzar una temperatura de 223 K.
- Proceso que exige poner en juego un trabajo y que le lleva a recuperar el volumen alcanzado tras el proceso isotérmico.
- Proceso que no implica ningún trabajo y lleva al gas a alcanzar una presión que es la mitad de la correspondiente al estado inicial; durante este proceso la entropía aumenta lo mismo que disminuyó durante los procesos b) y c). A partir de la información proporcionada:

1°. Represente los procesos en un diagrama P-V indicando cuáles son los procesos de calentamiento e indique si será posible conseguir trabajo neto con el desarrollo de los mismos. 2°. Calcule en  $\text{kJ mol}^{-1}$  el calor intercambiado durante el proceso b) y la variación total de energía interna y de entropía. 3°. Determine el trabajo molar que ha sido realizado sobre el sistema y dibuje, en el diagrama P-V ya obtenido un ciclo de Carnot utilizando dos de los estados implicados en los procesos planteados y cuyo rendimiento quedaría determinado por las temperaturas de dichos estados. S-03

## RÚBRICA DE ENTREGA 7 (fecha límite de Entrega: jueves 12-11-2009)

Estudiante Evaluado:

Estudiante Evaluador:

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se dibujan las cajas con las características de los estados por los que pasa el sistema, y las flechas con las características de los procesos.                               |        |
| 2. Se analizan las condiciones descritas en el enunciado para el proceso e, y se deduce el tipo de proceso que será el d.  |        |
| 3. Se dibuja un diagrama p-V en el que aparecen los estados sobre las isotermas y los procesos.  |        |
| 4. Se analizan los signos de los calores intercambiados en cada proceso y se señalan los de calentamiento.   |        |
| 5. Se analizan las áreas y se indica si será posible obtener trabajo neto.   |        |
| 6. Se calcula correctamente el calor intercambiado en el proceso b en magnitud, signo y unidades.  |        |
| 7. Se calcula correctamente la variación total de energía interna en magnitud, signo y unidades.   |        |
| 8. Se calcula correctamente la variación total de entropía en magnitud, signo y unidades.  |        |
| 9. Se calcula correctamente el trabajo molar que ha sido realizado sobre el sistema en cada etapa, y el total.   |        |
| 10. Se identifica el proceso que podría participar en un ciclo de Carnot, y del cual podría calcularse su rendimiento. Se dibuja el ciclo completo, y se calcula el rendimiento. |        |
| Calificación   |        |

## ENTREGA 8 (Entrega: lunes 16-11-2009)

(Examen S-09)

1. Un gas ideal ( $C_p = 2.5 R$ ) que se encuentra encerrado en un dispositivo cilindro pistón a una presión de 7 atmósferas sufre los siguientes procesos reversibles consecutivos:
- Proceso isotérmico hasta duplicar su volumen.
  - expansión adiabática hasta duplicar el volumen.
  - Aumento isócoro de entropía hasta alcanzar una presión de 5 atm.
  - Aumento isotérmico de la presión hasta 20 atm.
  - Proceso que no implica ningún trabajo y que lleva a recuperar la presión del estado 1.

Teniendo en cuenta todo lo indicado y **justificando claramente** todas sus deducciones:

1°. Represente los procesos en un diagrama P-v y analizando las áreas sobre el mismo, **sin hacer el cálculo**, indique si con el desarrollo de los procesos planteados será posible obtener **trabajo neto**, si el gas absorbe o cede energía en forma de **calor**, y si la **entropía y la energía interna** aumentan o disminuyen.

2°. Suponga que durante la expansión isotérmica se intercambian 3 kJ/mol en forma de calor con el medio, y calcule la variación de entalpía molar como resultado de los **procesos de expansión**, y la variación de entropía molar durante el **4° proceso**.

3°. Construya un ciclo de Carnot utilizando **dos de los estados** por los que pasa el sistema y determine su rendimiento. Indique también cómo construiría una máquina térmica reservable cuyo rendimiento fuera un 10% superior al de la máquina anterior.

Datos:  $R=8.3143 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

## RÚBRICA DE ENTREGA 8 (Entrega: jueves 19-11-2009)

Estudiante Evaluado:

Estudiante Evaluador:

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Aparecen los cilindros con las condiciones de los distintos estados por los que pasa el sistema, y se recogen las condiciones de los procesos.                                  |        |
| 2. Se buscan las relaciones entre los volúmenes y las temperaturas, y se dibuja un diagrama P-V con los estados marcados sobre las isoterms. También están dibujados los procesos. |        |
| 3. Se analizan los procesos en el diagrama p-v y se justifica el signo que tendrá el trabajo neto.   |        |
| 4. Se analiza y justifica el signo del calor intercambiado.  |        |
| 5. Se analiza y justifica el signo de la entropía y de la energía interna.   |        |
| 6. Con el dato del calor intercambiado en la expansión isotérmica se determina el valor de la temperatura inicial.   |        |
| 6. Se señalan los procesos de expansión y se calcula la variación de entalpía molar como consecuencia de esos procesos.  |        |
| 7. Se calcula correctamente la variación de entropía molar durante el 4° proceso, en magnitud signo y unidades.  |        |
| 8. Se señalan los dos estados por los que pasa el sistema y que nos permitirán construir un ciclo de Carnot de rendimiento conocido. Se dibuja el ciclo sobre un diagrama p-v.     |        |
| 9. Se indican dos modos de construir una máquina con un rendimiento un 10% superior al anterior.   |        |
| Calificación:  |        |

## ENTREGA 9

(Entrega: lunes 23-11-2009)

**406.** Un gas cuya ecuación de estado es:  $p=RT/(v-b)$  describe un ciclo de Carnot. Indique si es verdadero o falso que en el ciclo de Carnot, durante el paso del foco frío al caliente se cumple la siguiente relación de presiones:

$$\frac{P_f}{P_i} = (1 - \eta)^{c_p/R}$$

Para justificar su respuesta:

- a) Escriba la ecuación fundamental de la entalpía y obtenga dh.
- b) Escriba dh en función de P y T.
- c) Tenga en cuenta la relación termodinámica  $\left(\frac{\partial h}{\partial p}\right)_T = v[1 - T\alpha]$  donde  $\alpha$  es el coeficiente de expansividad térmica isobárica.
- d) Determine la relación entre las presiones y las temperaturas del estado inicial y final (foco frío, foco caliente).
- e) Considere el rendimiento del ciclo de Carnot.

**EX. Septiembre de 2003**

## RÚBRICA DE ENTREGA 9

(Entrega: jueves 26-11-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|  | Calificación |
|--|--------------|
| 1. Se plantea la definición de entalpía y se obtiene la ecuación fundamental (dh)  |              |
| 2. Se escribe dh en función de las variables P y T y se iguala con la obtenida en el apartado anterior.  |              |
| 3. En la ecuación obtenida, se aplican las condiciones de la transformación descrita en el problema y se identifican los coeficientes conocidos.   |              |
| 4. Se utiliza la relación planteada en el apartado c del enunciado para obtener el otro coeficiente. Se sustituye $\alpha$ por su definición.  |              |
| 5. Se opera en la relación propuesta en el apartado c, teniendo en cuenta la ecuación de estado del gas, y se sustituye en la ecuación de trabajo, que será una ecuación en P y T.   |              |
| 6. Integramos la ecuación de trabajo (P, T) entre los límites impuestos por la transformación planteada en el problema, y se obtiene la relación entre las presiones y las temperaturas del estado inicial y final (foco frío, foco caliente). |              |
| 7. Planteamos la expresión para el rendimiento de un ciclo de Carnot en función de la temperatura de los focos, y la comparamos con la obtenida en el apartado anterior.   |              |
| 8. Se comenta el resultado obtenido, y se redactan conclusiones.   |              |
| Calificación:  |              |

## ENTREGA 10A (Entrega: lunes 30-11-2009)

43. a) Deduzca la relación:  $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = \left[V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P\right]$  y demuestre que para un gas ideal

$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = 0$ . b) Demuestre que para un gas no ideal que sufre una expansión isotérmica, en la que su presión se reduce a la mitad, la variación de entalpía sufrida por el gas es menor que cero.

Utilice como ecuación de estado del gas no ideal,  $P = \frac{nRT}{(V - nb)}$  donde b es un parámetro característico del gas.

## RÚBRICA DE ENTREGA 10A (Entrega: jueves 03-12-2009)

Estudiante Evaluado:

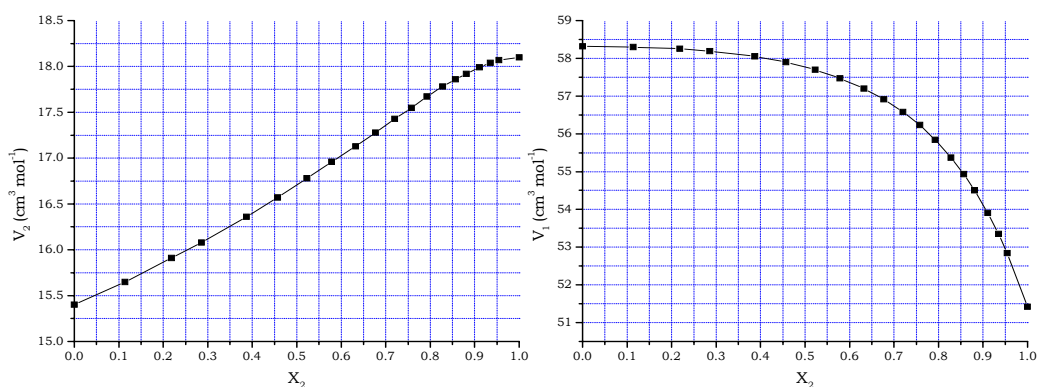
Estudiante Evaluador:

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se demuestra la relación pedida (siguiendo los pasos análogos a los descritos en el problema 44, pero planteando H, y dH en función de T y P.   |        |
| 2. Se contesta al apartado a, comentando el resultado obtenido.  |        |
| 3. Se plantea una ecuación que le permite calcular $\Delta H$ para un gas que cumple una ecuación de estado general. Elige bien las variables termodinámicas en función de los datos del problema. |        |
| 3. Se resuelven los dos términos de la ecuación planteada anteriormente.   |        |
| 4. Se plantea y resuelve la integral para calcular la variación de entalpía en el proceso planteado.   |        |
| Calificación   |        |

**Hay parte B**

## ENTREGA 10B (Entrega: lunes 30-11-2009)

51. Determine los volúmenes de etanol y de agua que deben mezclarse para obtener 100 cm<sup>3</sup> de una disolución de ambos al 50% en peso. ¿Qué incremento de volumen se producirá al añadir 35.00 cm<sup>3</sup> de etanol a esos 100.00 cm<sup>3</sup> de disolución? Utilice la figura adjunta donde se ha utilizado el subíndice 1 para el etanol y el 2 para el agua. Las densidades de etanol y agua puros a 25 °C son: 0.78934 g cm<sup>-3</sup> y 0.989823 g cm<sup>-3</sup> respectivamente.



R

## RÚBRICA DE ENTREGA 10B (Entrega: jueves 03-12-2009)

|  | Calif. |
|--|--------|
| 1. Se calcula la fracción molar a partir del porcentaje en peso de la mezcla.  |        |
| 2. En la gráfica se lee el valor de los volúmenes molares parciales V1 y V2 para la fracción molar calculada.            |        |
| 3. Se aplica la propiedad de aditividad en función de la fracción molar y del número total de moles.                     |        |
| 4. se calcula el número total de moles, y el número de moles de cada componente.   |        |
| 5. Se calcula la masa de cada componente que se ha utilizado para formar la mezcla.                                      |        |
| 6. Con la masa y la densidad de los componentes puros, se calculan los volúmenes que hay que mezclar de cada componente. |        |
| 7. Se calculan los moles totales de etanol si se añaden 35 cm <sup>3</sup> más de etanol                                 |        |
| 8. Se calcula la nueva fracción en peso y en la gráfica se leen los volúmenes molares parciales de los dos componentes.  |        |
| 9. Se aplica la propiedad de aditividad y se calcula el incremento de volumen.   |        |
| Calificación   |        |

## ENTREGA 11A (Entrega: miércoles 09-12-2009) en despacho del profesor

55. Calcúlese la presión del vapor de agua a una temperatura de 500 °C y una densidad de 24 kg/m<sup>3</sup> utilizando: a) la ecuación de gas ideal, b) la ecuación de Van der Waals, c) la ecuación de Redlich-Kwong.

Parámetros para el vapor de agua en la ecuación de Redlich-Kwong:

$$a=43.9 \text{ kPa m}^6 \text{ K}^{1/2}/\text{kg}^2$$

$$b=0.00117 \text{ m}^3/\text{kg}$$

---

## RÚBRICA DE ENTREGA 11A (Entrega: jueves 10-12-2009)

Estudiante Evaluado:

Estudiante Evaluador:

|  | Calif.<br>(0-10) |
|--|------------------|
| 1. A partir de las condiciones a la que se encuentra el gas, se determina el volumen molar del gas, y la presión que ejercería si se comportara como un gas ideal. |                  |
| 2. Se plantea la ecuación de van der Waals, y se calcula la presión. Se obtienen los parámetros a y b de las tablas.   |                  |
| 3. Se plantea la ecuación de Redlich-Kwong y se calcula la presión.  |                  |
| Calificación   |                  |

## ENTREGA 11B

63. A partir de determinaciones experimentales se estableció el diagrama presión-temperatura del fuel derramado por el petrolero Prestige en las costas gallegas. La profundidad a la que se encuentra el petrolero hundido es 1000m y la temperatura del agua del mar a esa profundidad es de 6°C. ¿Podemos afirmar que el petróleo solidificará?

Datos:  $V_{\text{líquido}} = 1.27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  (a presión atmosférica);  $V_{\text{sólido}} = 1.289 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  (a presión atmosférica);  $\Delta h_{\text{fusión}} = 79.272 \text{ J kg}^{-1}$  (a presión atmosférica). T de fusión del petróleo a presión atmosférica, 3°C. Densidad del agua del mar = 1.013 kg m<sup>-3</sup>.

## RÚBRICA DE ENTREGA 11B

|  | Calif.<br>(0-10) |
|--|------------------|
| 1. Se deduce la ecuación de Clapeyron para un proceso de fusión.   |                  |
| 2. Con los datos del problema se calcula el valor de la pendiente de la curva de fusión.                           |                  |
| 3. Se comenta el signo obtenido en la pendiente de la curva de fusión (curva de equilibrio S-L).                   |                  |
| 4. Se calcula la presión a una profundidad de 1000 m, y se calcula la temperatura de equilibrio L-S a esa presión. |                  |
| 5. Sobre un diagrama de fases para el fuel, se justifica el estado de agregación del fuel a esa profundidad.       |                  |
| Calificación   |                  |

# ENTREGA 12

(Entrega: lunes 14-12-2009)

70. Si a 300K las presiones de vapor de benceno y tolueno son 103.01 mmHg y 32.06 mmHg respectivamente, calcular: a) la presión de vapor de una disolución de ambos componentes cuya fracción molar en tolueno es 0.40. b) La fracción molar del tolueno en el vapor.

## RÚBRICA DE ENTREGA 12

(Entrega: jueves 17-12-2009)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|   |  |
|---|--|
|   |  |
| 1. Se deduce la relación entre la presión total de una mezcla bifásica con la fracción molar de la fase líquida.  |  |
| 2. Con la ecuación deducida, se determina la Presión de vapor de la mezcla..  |  |
| 3. A partir de las presiones parciales, y teniendo en cuenta la ley de Raoult y la ley de Dalton, se determina la composición que tiene la fase de vapor. |  |
| Calificación:   |  |

**Tarea voluntaria:** Representación gráfica del problema 65.



## ENTREGA 13

(Entrega: lunes 21-12-2009)

68. Una disolución está formada por 5 moles de un compuesto A y 2 moles de un compuesto B cuyas disoluciones cumplen aceptablemente la ley de Raoult. Se reduce la presión a 60°C de modo que el 25% de los moles pase a fase de vapor.

a. Calcule las composiciones de la fase líquida y de la fase de vapor indicando el número de moles de cada componente que hay en cada una de las dos fases, así como la presión de equilibrio de esa disolución.

b<sub>1</sub>. Sin hacer ningún cálculo y basándose en el diagrama P-Zi, justifique si la presión a la que debe someterse la mezcla será mayor o menor que la del apartado a para que el líquido se enriquezca un 30% en el componente menos volátil.

b<sub>2</sub>. Realice los cálculos necesarios para demostrar la respuesta del apartado b1, determinando numéricamente la presión a la que se debe someter la mezcla y la proporción en que ha variado la cantidad de líquido. (Examen enero 06)

Datos:  $P_A^* = 250 \text{ mmHg}$ ;  $P_B^* = 50 \text{ mmHg}$  a 60 °C.

### RÚBRICA DE ENTREGA 13

(Entrega: Calificación por correo electrónico [mdm@usal.es](mailto:mdm@usal.es) antes del 31-12-09, y las entregas corregidas el 11-01-10)

**Estudiante Evaluado:**

**Estudiante Evaluador:**

|  |  |
|--|--|
|  |  |
| 1. A partir de los moles mezclados calculamos la composición global de la mezcla.  |  |
| 2. Con los datos del problema, se calcula la cantidad de moles que hay en la fase líquida y en la fase de vapor.   |  |
| 3. Se plantea la regla de la palanca, y se obtiene una ecuación con dos variables, $X_1$ , e $Y_1$ .   |  |
| 4. Se busca una segunda ecuación para eliminar una de las dos variables y poder resolver la ecuación: Relación entre $X_1$ e $Y_1$ , Relación entre $X_1$ y Presión total, etc....                             |  |
| 5. Se obtiene correctamente el valor de $X_1$ , $Y_1$ y $P_T$ (Presión de equilibrio de esa disolución)..  |  |
| 6. Se calcula correctamente el número de moles de 1 en fase líquida, $n_1^L$ de 2 en fase líquida, $n_2^L$ , de 1 en fase de vapor $n_1^V$ y de 2 en fase de vapor $n_2^V$ .                                   |  |
| 7. Se dibuja un diagrama P-X, y sobre él, se razona si la presión debe aumentar o disminuir para que se cumplan las características descritas en el apartado b <sub>1</sub> .                                  |  |
| 8. Se hacen los cálculos y se determina la presión final para conseguir la composición en la fase líquida indicada en el apartado b1. <b>Hay que comprobar que esa presión pertenece a la región bifásica.</b> |  |
| 9. Se determina $X_1$ e $Y_1$ a la presión final. Así como $(n_T^V)'$ y $(n_T^L)'$ .   |  |
| 10. Se compara $(n_T^L)'$ con $(n_T^L)$ .  |  |
| Calificación:  |  |



**¡FELIZ NAVIDAD!**

## ANEXO III

ENTREGAS Y RÚBRICAS DE LA ASIGNATURA:

ENLACE QUÍMICO Y ESTRUCTURA DE LA  
MATERIA

CURSO 2009-2010

**ENTREGA N° 1**

(Entrega en clase: Lunes 8/02/10)

3. Cuando se ilumina una cierta superficie metálica con luz de diferentes longitudes de onda y se miden los potenciales que detienen los fotoelectrones, se obtienen los valores que se indican en la siguiente tabla:

|                          |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $\lambda$ ( $10^{-7}$ m) | 3,66 | 4,05 | 4,36 | 4,92 | 5,46 | 5,79 |
| V (V):                   | 1,48 | 1,15 | 0,93 | 0,62 | 0,36 | 0,24 |

Determine gráficamente,

- La constante de Planck
- La frecuencia umbral
- El potencial de extracción del metal (función trabajo).

Nota: No considere conocido el valor de la constante de Planck.

**RÚBRICA de la ENTREGA N° 1**

(Devolución corregido: Miércoles 10/02/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| <u>Preguntas</u>  | Nota |
|---|------|
| a. Escribe la ecuación identificando la ordenada (y) y la abcisa (x).   |      |
| Tabula los datos con unidades y potencias en la cabecera.   |      |
| Representa $E_{\max}$ (o V) frente a $v$ . La gráfica debe tener los ejes rotulados con las potencias y las unidades si proceden. |      |
| Escribe la ecuación de la recta con el coeficiente de correlación lineal ( $r^2$ )  |      |
| De la pendiente obtiene el valor de $h$ . Escribe las unidades.   |      |
| b. A partir de la ordenada en el origen determina $v_0$ . Indica las unidades.  |      |
| c. Calcula el potencial de extracción (función trabajo, $\Phi$ ).   |      |
|   |      |
|   |      |
| Suma de puntos del ejercicio  |      |
| Calificación (Suma/0,7)   |      |

Recordar que.....

- \* Cada pregunta vale como máximo 1 punto.
- \* El ejercicio resuelto se entrega grapado a esta hoja.
- \* Es imprescindible hacer la entrega y la rúbrica.
- \* Una mala corrección penalizará al corrector.
- \* Las notas aparecerán en la red.
- \* Se devuelven todos los ejercicios una vez revisados.

**ENTREGA N° 2**

(Entrega en clase: Lunes 15/02/10)

13. Conocida la función matemática que describe el orbital 1s del átomo de hidrógeno,  $\psi_{1s}$ .

a) Escriba la expresión para la densidad de probabilidad,  $\rho_{1s}$  e indique sus unidades si procede.

b) Represente la función  $\rho_{1s}$  frente a  $r/a_0$  ( $a_0$  es el radio de Bohr) para valores de  $r/a_0$  comprendidos entre cero y 5.

c) Comente el resultado obtenido en el apartado anterior.

d) Escriba la función matemática que representa a la función de distribución radial para el orbital 1s del átomo de hidrógeno,  $f_{1s}$ , explique su significado y escriba sus unidades.

e) Calcule a que distancia del núcleo se encuentra el máximo de la función de distribución radial para el orbital 1s.

f) Comente el resultado obtenido en el apartado anterior.

**RÚBRICA de la ENTREGA N° 2**

(Devolución corregido: Miércoles 17/02/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

|  | Nota                   |
|--|------------------------|
| a. Escribe la función matemática del orbital 1s, $\psi_{1s}$ .   |                        |
| Eleva al cuadrado $\psi_{1s}$ . Indica las unidades de $\rho_{1s}$ .   |                        |
| b. Representa $\rho_{1s}$ frente a $r/a_0$ en el margen indicado. La gráfica debe tener los ejes rotulados con potencias y unidades. |                        |
| c. Comenta el resultado del apartado anterior  |                        |
| d. Escribe la expresión para la función de distribución radial, $f_{1s}$ , indica sus unidades y comenta su significado.             |                        |
| e. Deriva la función $f_{1s}$ con respecto al radio y calcula el $r_{\max}$ .  |                        |
| f. Comenta el resultado.   |                        |
|  | Suma                   |
|  | Calificación: Suma/0,7 |

Nota: Cada pregunta vale como máximo 1 punto.

**ENTREGA N° 3**(Entrega en clase: **MIÉRCOLES 24/02/10**)

15. El espectro del átomo de calcio tiene la raya límite situada a  $492,76 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1}$  y la correspondiente al ion  $\text{Ca}^+$  está en  $104,198 \text{ nm}$ . Determine la primera y segunda energía de ionización del calcio, en eV, y calcule el porcentaje de error con respecto a los resultados obtenidos después de aplicar las reglas de Slater. ¿Qué método le parece mejor?.

**RÚBRICA de la ENTREGA N° 3**(Devolución corregido: **MIÉRCOLES 24/02/10**)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| <u>Cuestiones</u>  | Nota |
|--|------|
| 1. Escribe la reacción para el proceso de ionización del Ca y determina $E_{I,1}$ .                                  |      |
| 2. Escribe la reacción para el proceso de ionización del $\text{Ca}^+$ . Determina $E_{I,2}$ .                       |      |
| 3. Comenta la razón de la gran diferencia en los valores de las energías de ionización.                              |      |
| 4. Determina mediante las reglas de Slater los valores de $Z^*$ en las especies Ca, $\text{Ca}^+$ y $\text{Ca}^{2+}$ |      |
| 5. Calcula $E_{\text{Ca}}$ , $E_{\text{Ca}^+}$ y $E_{\text{Ca}^{2+}}$ .  |      |
| 6. Encuentra $E_{I,1}$ y $E_{I,2}$ .   |      |
| 7. Calcula el porcentaje de error entre ambos métodos.   |      |
| 8. Justifica el por qué un método le parece mejor que el otro  |      |
|  |      |
| Suma de las notas  |      |
|  |      |
| Suma/0,8 = Calificación  |      |

Nota: Cada pregunta vale como máximo 1 punto.

**ENTREGA N° 4**

(Entrega en clase: Lunes 15/03/10)

30. a) Con los datos que se le proporcionan, calcule  $\Delta_{\text{For}}H^\circ$  por mol de  $\text{MgCl}(s)$ :

Entalpía de sublimación de un mol de magnesio: 146,0.

Entalpía de disociación de una molécula de cloro gas: 244

Primera energía de ionización del magnesio: 738

Afinidad electrónica de cloro: 349

Energía reticular del cloruro de magnesio sólido: 678

b) Utilice los datos que se encuentran a continuación para calcular  $\Delta_{\text{For}}H^\circ$  para un mol de  $\text{MgCl}_2(s)$ : $E_{I,2}$  del magnesio: 1451.  $\Delta H^\circ_R$  del  $\text{MgCl}_2$ : 2526. Indique qué compuesto,  $\text{MgCl}$  o  $\text{MgCl}_2$ , es más estable. Nota: Todos los datos están en kJ/mol**RÚBRICA de la ENTREGA N° 4**

(Devolución corregido: Miércoles 17/03/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| Preguntas   | Nota |
|---|------|
| 1. Escribe la reacción de formación de $\text{MgCl}(s)$ . (0,5 puntos).   |      |
| 2. Escribe los cinco procesos que se le indican en a) con el estado físico de las especies y los cambios de entalpía que le correspondan.<br>(Máximo: 0,5 puntos por cada reacción) |      |
| 3. Encuentra el valor de $\Delta_{\text{For}}H^\circ$ del $\text{MgCl}(s)$ con signo correcto y unidades.<br>(Máximo 1 punto)   |      |
| 4. Escribe la reacción de formación de $\text{MgCl}_2(s)$ . (0,5 puntos).   |      |
| 5. Escribe los seis procesos que se le indican b) con el estado físico de las especies y los cambios de entalpía que le correspondan.<br>(Máximo: 0.5 puntos por cada reacción)     |      |
| 6. Determina el valor de $\Delta_{\text{For}}H^\circ$ del $\text{MgCl}_2(s)$ con el signo correcto y las unidades. (Máximo 1 punto)   |      |
| 7. Escribe las razones por las que considera que el $\text{MgCl}_2$ es mucho más estable que el $\text{MgCl}$ . (0.5 puntos)  |      |
| Suma de las notas   |      |
|   |      |
| Suma/0,9 = Calificación   |      |

## ENTREGA N° 5

(Entrega en clase: Lunes 12/04/10)

39. Para las moléculas que se le indican dibuje la estructura de Lewis, escriba las configuraciones electrónicas de cada uno de los átomos de la molécula, calcule las cargas formales y establezca la geometría VSEPR. Finalmente encuentre un modelo de hibridación razonable para el átomo de carbono de cada una de ellas, excepto para el caso e<sub>1</sub>) que se hará para el átomo de nitrógeno.

- Metanal.
- Cianuro de hidrógeno.
- Monóxido de carbono (para dos formas resonantes).
- Diclorocarbano ( $Cl_2C$ , para dos formas resonantes).
- Anión cianato (para dos isómeros:  $[ONC]^-$  y  $[NCO]^-$ ).

### RÚBRICA de la ENTREGA N° 5

(Devolución corregido: Lunes 12/04/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| Moléculas                          | Nota |
|------------------------------------|------|
| a) Metanal                         |      |
| b) Cianuro de hidrógeno            |      |
| c <sub>1</sub> ) CO                |      |
| c <sub>2</sub> ) CO                |      |
| d <sub>1</sub> ) Cl <sub>2</sub> C |      |
| d <sub>2</sub> ) Cl <sub>2</sub> C |      |
| e <sub>1</sub> ) $[ONC]^-$         |      |
| e <sub>2</sub> ) $[NCO]^-$         |      |
| Suma de las notas                  |      |
|                                    |      |
| Suma/2,4 = Calificación            |      |

Nota: A cada apartado se le asigna un valor máximo de 3 puntos distribuidos de la forma siguiente:

Estructura de Lewis, cargas formales y configuraciones electrónicas: 1p

Geometría VSEPR con fórmula  $AX_nE_m$  y ángulos probables: 1p

Hibridación con dibujo y descripción de enlaces  $\sigma$  y  $\pi$ : 1p

## ENTREGA N° 6

(Entrega en clase: Lunes 26/04/10)

49. Responda a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuál de los siguientes iones es diamagnético:  $N_2^+$ ;  $O_2^-$  y  $O_2^{2-}$ ?
2. Comente la siguiente afirmación y refútela si no está de acuerdo con ella: "El ion peróxido,  $O_2^{2-}$ , tiene una longitud de enlace mayor que el ion superóxido  $O_2^-$ ".
3. Justifique en términos de la teoría de O. M. cuál de las siguientes especies tiene una longitud de enlace mayor:  $B_2$  o  $B_2^+$ .
4. Asigna las siguientes distancias de enlace, en Å: 1,49; 1,26; 1,21 y 1,12 a las moléculas  $O_2$ ,  $O_2^{2-}$ ,  $O_2$  y  $O_2^+$ .
5. ¿Cuál es el efecto que produce sobre la distancia de enlace en las moléculas  $C_2$ ,  $O_2$  y  $F_2$  la eliminación de un electrón del nivel más alto ocupado?. Indique el comportamiento magnético de los iones resultantes.
6. ¿Es estable la molécula  $Na_2$ ? ¿Es paramagnética?
7. Indique que molécula tiene el enlace más largo:  $CN^+$ ,  $CN$  o  $CN^-$ .
8. Razone si existen o no las siguientes moléculas según esta teoría:  $He_2^{2+}$ ,  $Ne_2$ ,  $F_2^+$ ,  $Cl_2^+$ .

## RÚBRICA de la ENTREGA N° 6

(Devolución corregido: Lunes 26/04/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| Preguntas   | Nota                    |
|---|-------------------------|
| 1. Escribe la configuración molecular de las tres moléculas, calcula el O.E. e indica cuál es la molécula diamagnética. (Máximo 3 puntos) |                         |
| 2. Determina el O.E. y concluye cuál es la de mayor longitud de enlace (Máximo: 1 punto)  |                         |
| 3. Idem que la pregunta 1. (Máximo 2 puntos)  |                         |
| 4. Todas las asignaciones son correctas y están justificadas. (Máximo 2 puntos)   |                         |
| 5. Escribe las configuraciones de las moléculas y de los cationes, calcula el O.E. y saca las conclusiones correctas. (Máximo 3 puntos)   |                         |
| 6. Ambas respuestas correctas. (Máximo 1 punto).  |                         |
| 7. Determina el O.E. y concluye correctamente. (Máximo 1 punto).  |                         |
| 8. Responde correctamente de forma justificada. (Máximo 1 punto).   |                         |
|   | Suma de las notas       |
|   | Suma/1,4 = Calificación |



## ENTREGA N° 7

(Entrega en clase: Lunes 5/05/10)

51. Responda a las siguientes cuestiones:

- a) Ordene los gases nobles de menor a mayor punto de ebullición, explicando su elección
- b) Que especie espera que tenga mayor temperatura de ebullición, o-diclorobenceno o p-diclorobenceno? y ¿cis-dicloroeteno o trans-dicloroeteno?.
- c) ¿Qué tipo de fuerzas se vencen en los procesos que se indican:  
 \* Evaporación de metanol líquido.  
 \* Descomposición de peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.  
 \* Fusión de etano.  
 \* Ebullición de HCl líquido.
- d) ¿Cuántas moléculas de agua pueden unirse por puentes de hidrógeno a una molécula de ácido acético?. Haga el dibujo correspondiente.
- e) Para cada uno de los siguientes pares de moléculas indique cuál de ellas tiene mayor polarizabilidad: a) He o Ne. b) H<sub>2</sub> o He. c) F<sub>2</sub> o Cl<sub>2</sub>. d) CH<sub>4</sub> o C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.
- f) Explique la tendencia de los puntos de ebullición de los haluros de hidrógeno sabiendo T<sub>HCl</sub> = - 85°C; T<sub>HBr</sub> = - 67°C; T<sub>HI</sub> = - 35°C..

RÚBRICA de la ENTREGA N° 7  
 (Devolución corregido: Lunes 5/05/10)

Alumno evaluado:

Alumno que corrige:

| Preguntas  | Nota |
|--|------|
| a) La ordenación es correcta (1 punto)                       |      |
| b) Responde correctamente y justifica la respuesta (2 punto) |      |
| c) Todas las respuestas justificadas, máximo 2 puntos        |      |
| d) Respuesta correcta y dibujo (1 punto)                     |      |
| e) Respuestas justificadas, máximo 1 punto.                  |      |
| f) Respuesta correcta y razonada, máximo 2 puntos            |      |
|  |      |
| Suma de las notas  |      |
| Suma/0.9 = Calificación                                      |      |

