

## DATOS IDENTIFICATIVOS:

### 1. Título del Proyecto

Diseño y desarrollo de nuevos materiales y complementos docentes para la enseñanza de la asignatura Termodinámica en los estudios de Grado: trabajo autónomo, actividades no presenciales, docencia virtual y evaluación/autoevaluación.

### 2. Código del Proyecto

112010

### 3. Resumen del Proyecto

En este proyecto se ha pretendido adaptar la asignatura *Termodinámica* en los estudios de Grado a la metodología docente actual mediante el diseño y desarrollo de nuevos materiales y complementos docentes en lo que se refiere a:

Trabajo autónomo y actividades no presenciales, mediante guías de estudio, aplicaciones informáticas tanto on line como off line, colección interactiva de problemas resueltos, etc. Docencia virtual y sistemas de evaluación/autoevaluación, mediante el uso de la plataforma virtual Moodle y otras herramientas.

Los nuevos materiales se encuentran ya desarrollados y se pondrán a disposición de los alumnos en en próximo curso

### 4. Coordinador del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
José Miguel Rodríguez Mellado	Química Física y Termod. Apl.	UCO22	Catedrático Universidad

### 5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
Juan José Ruiz Sánchez	Química Física y Termod. Aplicada	UCO22	Catedrático Universidad
Rafael Rodríguez Amaro	Química Física y Termod. Aplicada	UCO22	Catedrático Universidad
Manuel Mayén Riego	Química Agrícola y Edafología	UCO22	Catedrático Universidad
Sara Pintado Benzal	Química y ciencia de los materiales (UHU)	UCO22	Prof. Sustituta interina Externa a UCO
Guadalupe Sánchez Obrero	Química Física y Termod. Aplicada	UCO22	Contratada investigación

### 6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Termodinámica	Química Física	Grado en Química

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### 1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

Una pieza clave del proceso de convergencia en el EEES es la innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual va a requerir actuaciones dirigidas a la reforma metodológica así como a la adaptación de los contenidos de las nuevas asignaturas de grado a las nuevas metodologías, en las cuales se toma como una de las metas principales que el estudiante adquiera las necesarias *competencias*, entendidas como una combinación de atributos que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos. Dichos atributos se refieren al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades. Otros términos con significados similares como *capacidad*, *atributo*, *habilidad* y *destreza* (Proyecto Tuning, 2003) se relacionan estrechamente con el concepto de competencia.

En este contexto, los contenidos dejan de ser, como hasta ahora, casi el único objetivo de la educación, integrando así uno más de los componentes educativos. El nuevo modelo de enseñanza, abandona su carácter prioritariamente memorístico, y pasa al modelo de *aprender haciendo*, basado sobre un aprendizaje que estimula al estudiante a pensar, a hablar y a actuar. Esto implica que, además, hay que incentivar el auto-aprendizaje del estudiante, implicándolo en la tarea de *aprender a aprender*, contemplando su futuro desarrollo como un proceso continuado de aprendizaje.

El modelo basado en la formación por competencias supone:

- a) Enseñanza basada en el aprendizaje del alumnado.
- b) Enseñanza basada en torno a problemas, casos y proyectos.
- c) Trabajo personalizado.
- d) Evaluación por realización y demostración.

En los próximos años, el tándem estudiante-profesor tendrá adaptarse a las nuevas formas de enseñar y aprender, en las cuales debe jugar un papel decisivo la utilización de nuevas tecnologías. Se deberá proporcionar acceso al estudiante al contenido pedagógico de la asignatura en cualquier momento y lugar. Esto implica la introducción de herramientas autónomas, “off line”, tanto descargadas de la red como presentadas en formatos CD-Rom o DVD-Rom, y “on line”, tales como el Campus Virtual, más concretamente, el empleo de la Plataforma Moodle. Es importante evitar que esta plataforma constituya un simple recipiente de información estática, en muchos casos poco atractiva y fría para los estudiantes.

Uno de nuestros objetivos es que el Campus Virtual se emplee tanto dentro como fuera del Aula, a fin de implicar más al estudiante en su aprendizaje, de modo que se dé lugar a un cambio gradual en el paradigma de la educación hacia una deslocalización de la docencia (*e-learning*). Para llevar cabo este objetivo es necesaria la participación activa del profesorado y del alumnado.

- Alumnado: Una vía para incentivar la utilización del Campus Virtual por parte de los estudiantes es que comprueben la accesibilidad del material necesario para seguir y aprobar la asignatura. El empleo de materiales multimedia o presentados en formatos diferentes, así como el manejo de herramientas propias de la Web, como chats, foros y wikis, además de la interacción del estudiante con la asignatura, permitirá mejorar el proceso formativo, facilitando la disposición y la variedad de canales de adquisición de conocimiento, para un mejor rendimiento del estudiante en cuanto a la obtención de las competencias deseadas.
- Profesorado: Toda la información que el docente elabore o disponga como material didáctico debe poder emplearse indistintamente en forma presencial con los estudiantes, o a través de los recursos virtuales del Campus. Los materiales didácticos (textos,

materiales audiovisuales, libros, blogs, presentaciones, videos, archivos multimedia, tutoriales, resolución de problemas guiados, etc) podrán ser consultados y utilizados, tanto por el profesor en la clase, como por los estudiantes desde su ordenador.

Por otra parte, en la elaboración de las guías docentes de las asignaturas de grado se establecen unos pre-requisitos en cuanto a los conocimientos que el estudiante debe poseer para cursar con garantías la materia en cuestión. Conviene poner a disposición de los estudiantes materiales docentes correspondientes a dichos pre-requisitos.

## **2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia)**

En este proyecto se ha pretendido adaptar la asignatura Termodinámica en los estudios de Grado a la metodología docente actual mediante el diseño y desarrollo de nuevos materiales y complementos docentes en lo que se refiere a:

- Trabajo autónomo y actividades no presenciales, mediante guías de estudio, aplicaciones informáticas tanto on line como off line, colección interactiva de problemas resueltos, etc.
- Docencia virtual y sistemas de evaluación/autoevaluación, mediante el uso de la plataforma virtual Moodle y otras herramientas.

## **3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)**

Los conocimientos previos para cursar la asignatura que el estudiante debe tener, obtenidos en las materias de Química General de primer curso son:

- Estado gaseoso: comportamiento de los gases ideales y reales.
- Teoría cinético-molecular de los estados de agregación.
- Termoquímica.
- Nociones básicas de equilibrio químico y de equilibrios iónicos

Para que el estudiante supere alcance los conocimientos mínimos se han redactado cuatro temas en detalle con los contenidos descritos.

Se ha desarrollado una aplicación informática con los tests correspondientes a los 10 temas del programa de la nueva asignatura, y para ello se han desarrollado los correspondientes tests como cuestiones de verdadero/falso y la explicación de cada cuestión. Además, se ha redactado un breve resumen de cada tema y también una guía de estudio. El tema de Termodinámica estadística ha sido más amplio que el resto, dada la dificultad de síntesis que entraña confeccionar un conjunto de conocimientos sobre esta extensa materia al nivel de un solo tema de segundo curso de estudios de grado.

Se han desarrollado las cuestiones en la modalidad será de respuesta múltiple para la realización de cuestionarios tipo test sobre la plataforma Moodle, que servirán para la evaluación de conocimientos teóricos.

Se han redactado los enunciados y la resolución pormenorizada de una colección de problemas para su uso interactivo, para que los estudiantes adquieran las destrezas necesarias para la aplicación de los conocimientos teóricos a casos concretos.

#### 4. **Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

Para los conocimientos previos y el desarrollo de la asignatura y ampliar conocimientos se han utilizado, principalmente, los libros de texto de teoría, problemas y cuestiones de J.J. Ruiz y otros. Con estos textos y las experiencias previas en las asignaturas de la licenciatura y el primer año del grado, se han desarrollado cuatro temas, los cuales se ponen a disposición de los alumnos de la asignatura en formato pdf a través del programa que se describe a continuación. Además se han desarrollado guías de estudio para cada tema (también a disposición de los alumnos de la asignatura en formato pdf a través del programa) sobre el esquema de preguntarse pormenorizadamente sobre los conceptos que hay que tener claros al estudiar cada tema.

Sobre la base de los tests de la asignatura de licenciatura extinguida, que se plasmaron en un programa online (Termotest), el cual sigue a disposición de los alumnos, se han desarrollado las tests cuestiones de verdadero/falso correspondientes a los 10 temas del programa como y las explicaciones de cada cuestión. Sobre esta base se ha desarrollado una aplicación informática utilizando Visual Basic.net que contiene no sólo los tests sino también los temas de conocimientos previos, los resúmenes y las guías de estudio.

Los cuestionarios tipo test sobre la plataforma Moodle se han desarrollado en formato GIFT, que es el más completo para importar las preguntas del cuestionario a partir de un archivo de texto. En este formato, la tilde ~ indica respuesta incorrecta y el símbolo =, la respuesta correcta (única). La modalidad ha sido de respuesta múltiple.

Para mayor efectividad de la evaluación, tanto las preguntas como las respuestas a cada pregunta se presentarán de manera aleatoria.

La resolución interactiva de problemas se ha desarrollado en documentos HTML compilados (formato chm), como en otros libros electrónicos ya publicados por el grupo docente.

#### 5. **Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

Un ejemplo de guía de estudio:

##### TEMA 2. ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS TERMODINÁMICOS

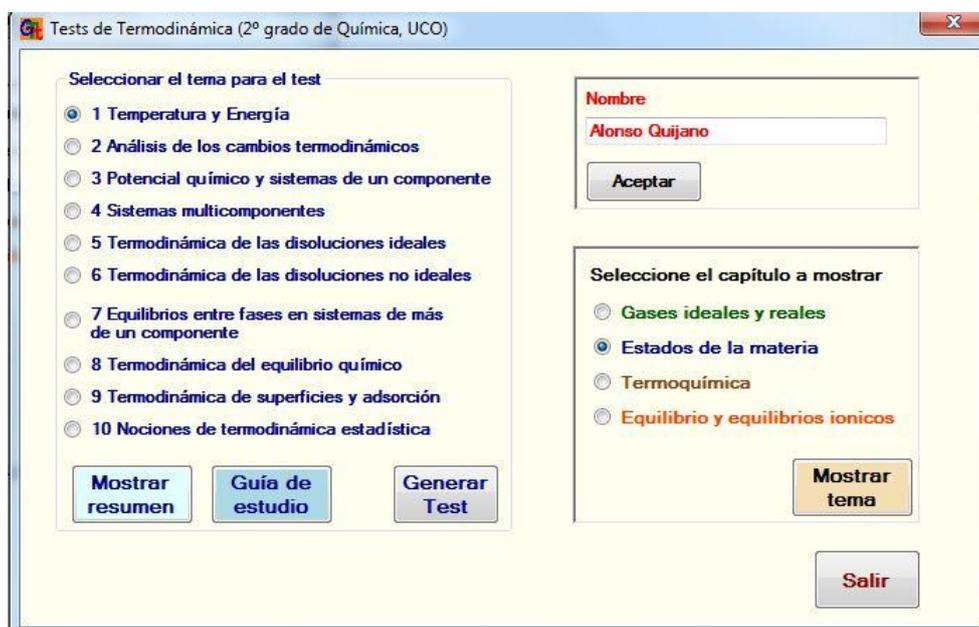
- 1) ¿Cómo se distinguen fenomenológicamente los procesos espontáneos de los que no lo son?
- 2) La conversión de trabajo en calor al 100% pero no a la inversa.
- 3) ¿Qué son máquinas térmicas y cuál es su objetivo?
- 4) ¿Cómo funciona una máquina de Carnot?
- 5) ¿Cómo se representa un ciclo de Carnot en un diagrama P-V?
- 6) ¿Cómo se calculan las magnitudes termodinámicas asociadas a un ciclo de Carnot de un gas ideal?
- ...
- ...
- 35) ¿Cuál es la condición de espontaneidad y equilibrio a temperatura y presión constantes?
- 36) ¿Cuál es y por qué el criterio de espontaneidad y equilibrio más usado en Química?
- 37) ¿Qué son y cómo se obtienen las ecuaciones termodinámicas de estado?
- 38) ¿Cuál es y por qué la ecuación termodinámica de estado más usada en Química?
- 39) ¿Cuáles son y cómo se obtienen las ecuaciones de Gibbs-Helmholtz?

## Un ejemplo de cuestionario:

- ::P1\_T5::Indique cual de las siguientes afirmaciones es falsa: {
- ~ En una disolución ideal las fuerzas existentes entre las partículas que la constituyen son uniformes, es decir, independientes de la naturaleza de las partículas que interactúan.
  - ~ En una disolución ideal no puede haber equilibrio entre el soluto líquido puro y el soluto líquido en disolución.
  - = Una disolución ideal es aquella en la que todas las fuerzas existentes entre las partículas que la constituyen son nulas, por lo que las disoluciones diluidas son las que más se aproximan al comportamiento ideal.
  - ~ En una disolución ideal binaria de un soluto no volátil, tanto el disolvente como el soluto cumplen la ecuación:  $\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i$  donde  $\mu_i^*$  y  $\mu_i$  son los potenciales químicos del componente puro y en disolución, respectivamente.
- }
- ::P2\_T5::El proceso de disolución de dos componentes A y B para formar una disolución ideal: {
- ~ puede implicar un aumento o una disminución de la entropía.
  - ~ implica una variación de la entalpía, siendo normalmente exotérmico.
  - = no implica variación de volumen.
  - ~ implica una variación de volumen, siendo el caso más habitual una contracción de volumen.
- }
- ::P3\_T5:: Para una disolución ideal de dos componentes volátiles: {
- ~ La presión total del vapor es independiente de la composición de la mezcla líquida.
  - ~ Si el componente 1 es más volátil que el 2, para cualquier composición se cumple que  $y_1 > y_2$ .
  - ~ La presión total del vapor varía linealmente con la composición del vapor
  - = La presión total del vapor varía linealmente con la composición de la mezcla líquida
- }
- ...
- ...
- ::P7\_T5:: En una disolución diluida ideal: {
- = la entalpía molar parcial y el volumen molar parcial de los solutos son independientes de la concentración.
  - ~ todos los componentes cumplen la ley de Henry.
  - ~ la entalpía molar parcial de los solutos es independiente de la concentración, pero no el volumen molar parcial.
  - ~ las interacciones entre las moléculas presentes tienden a cero.
- }
- ::P8\_T5:: El proceso de disolución de dos componentes A y B: {
- ~ para formar una disolución ideal es espontáneo en todas las condiciones (A).
  - ~ Para formar una disolución real, el soluto cumple la ley de Henry a concentraciones suficientemente bajas (B).
  - ~ para formar una disolución ideal, el vapor se enriquece en el componente más volátil, o en el menos volátil, dependiendo de la composición de la mezcla.
  - = A y B son correctas.
- }

A continuación se describe la aplicación informática desarrollada.

En primer lugar, se encuentra una pantalla de bienvenida y transcurridos tres segundos se accede a la pantalla principal. Hay que introducir un nombre válido para acceder a las diferentes opciones. Si el nombre tiene pocos caracteres o no está compuesto sólo por letras, aparece una advertencia y se vuelve a solicitar.



En el recuadro inferior derecho se puede seleccionar uno de los temas de conocimientos previos, pulsando el botón “Mostrar tema”. Este se abrirá en el visor de pdf por defecto del ordenador donde se encuentra instalado el programa. Para ver otro tema hay que cerrar el que se abrió previamente, esto es, sólo se puede visualizar un documento al mismo tiempo. Esto sucede también para los resúmenes y para las guías de estudio.

En la parte izquierda se opera con los temas del programa de la asignatura. Tras seleccionar uno de ellos, se puede acceder al resumen pulsando el botón “Mostrar resumen” y se abrirá en el visor de pdf. De la misma forma se opera para las guías de estudio.

Se puede acceder también a realizar tests de cada tema, con un doble objetivo: autoevaluación-aprendizaje por parte del estudiante y evaluación de la actividad, por parte del profesor. Pulsando el botón “Generar test” se accede a la página del test. Esta página está diseñada para contener a las diez preguntas formuladas. Cuando un enunciado es demasiado amplio para el espacio que se ha reservado en la pantalla, se puede utilizar la barra lateral de desplazamiento para leer el mismo o, para mayor comodidad, pulsar el botón amarillo “+” que lo presentará en una ventana emergente ampliada.

En las figuras que siguen se ha elegido realizar un test del tema 5.

Prueba tipo Test del tema 5

Para que se cumpla la ecuación de Van't Hoff del descenso crioscópico, la disolución tiene que congelarse completamente, sin separación de los componentes.	<input type="checkbox"/> V <input checked="" type="checkbox"/> F
Las disoluciones se aproximan al comportamiento ideal cuando las interacciones entre las moléculas son todas del mismo orden, independientemente de la naturaleza de dichas moléculas.	<input type="checkbox"/> V <input checked="" type="checkbox"/> F
El proceso de disolución de dos componentes A y B para formar una disolución ideal puede implicar un aumento o una disminución de la entropía.	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
Para cualquier disolución real, el soluto cumple la ley de Henry a concentraciones suficientemente bajas.	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución diluida ideal, la entalpía y el volumen molar parcial de los solutos son independientes de la concentración.	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
Las denominadas bebidas gaseosas contienen CO <sub>2</sub> disuelto a presión en el líquido, el cual no es más que una disolución acuosa. Cuando se abre una botella de estas bebidas, el gas disuelto se va perdiendo lentamente y pasa a ocupar la parte superior del recipiente. Si se introduce en la botella un	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución ideal binaria de un soluto no volátil, tanto el disolvente como el soluto cumplen la ecuación: $\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i$ donde $\mu_i^*$ y $\mu_i$ son los potenciales químicos del componente puro y en disolución, respectivamente.	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución ideal, la solubilidad de un soluto gaseoso aumenta siempre con la temperatura.	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
La variación de energía Gibbs de mezcla del proceso correspondiente a la adición de un soluto a un disolvente para formar una disolución ideal es cero, a T y P constantes.	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
Considérese un sistema constituido por una disolución binaria ideal en equilibrio con su vapor a una temperatura dada. Para fijar el estado del sistema es necesario fijar la presión y la fracción molar de uno de los componentes en el líquido o en el gas.	<input type="checkbox"/> V <input checked="" type="checkbox"/> F

Botones: Evaluar, Salir

Prueba tipo Test del tema 5

Para que se cumpla la ecuación de Van't Hoff del descenso crioscópico, la disolución tiene que congelarse completamente, sin separación de los componentes.	<input type="checkbox"/> V <input checked="" type="checkbox"/> F
Las disoluciones se aproximan al comportamiento ideal cuando las interacciones entre las moléculas son todas del mismo orden, independientemente de la naturaleza de dichas moléculas.	<input type="checkbox"/> V <input checked="" type="checkbox"/> F
El proceso de disolución de dos componentes A y B para formar una disolución ideal puede implicar un aumento o una disminución de la entropía.	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
Para cualquier disolución real, el soluto cumple la ley de Henry a concentraciones suficientemente bajas.	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución diluida ideal, la entalpía y el volumen molar parcial de los solutos son independientes de la concentración.	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
Las denominadas bebidas gaseosas contienen CO <sub>2</sub> disuelto a presión en el líquido, el cual no es más que una disolución acuosa. Cuando se abre una botella de estas bebidas, el gas disuelto se va perdiendo lentamente y pasa a ocupar la parte superior del recipiente. Si se introduce en la botella un	<input checked="" type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución ideal binaria de un soluto no volátil, tanto el disolvente como el soluto cumplen la ecuación: $\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i$ donde $\mu_i^*$ y $\mu_i$ son los potenciales químicos del componente puro y en disolución, respectivamente.	<input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> F
En una disolución ideal binaria de un soluto no volátil, tanto el disolvente como el soluto cumplen la ecuación: $\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i$ donde $\mu_i^*$ y $\mu_i$ son los potenciales químicos del componente puro y en disolución, respectivamente.	<input type="checkbox"/> F
La variación de energía Gibbs de mezcla del proceso correspondiente a la adición de un soluto a un disolvente para formar una disolución ideal es cero, a T y P constantes.	<input type="checkbox"/> F
Considérese un sistema constituido por una disolución binaria ideal en equilibrio con su vapor a una temperatura dada. Para fijar el estado del sistema es necesario fijar la presión y la fracción molar de uno de los componentes en el líquido o en el gas.	<input type="checkbox"/> F

Botones: Evaluar, Salir

El programa permite que se respondan las cuestiones con cualquiera de las tres opciones: verdadero, falso o no contesta. Se puede modificar la respuesta a cualquier pregunta hasta que se pulsa el botón “Evaluar”, con el que se obtiene el resultado del test, donde se presenta el

número de respuestas acertadas, falladas y no contestadas y, sobre la base de éstas, la calificación obtenida mediante la suma de las acertadas menos la semisuma de las falladas.

Un código de colores da cuál es el resultado para cada una de las respuestas. Pulsando sobre el número correspondiente a la pregunta se accede a la explicación correcta de la cuestión. Esto se puede hacer para las diez cuestiones del test.

Prueba tipo Test del tema 5

Resultado

Preguntas correctas:	3
Preguntas incorrectas:	4
No contestadas:	3

Haga click sobre un botón para mostrar la explicación correspondiente

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Calificación 1 Suspenso

Salir

**Explicación de la cuestión 5 VERDADERA**

En una disolución diluida ideal, la entalpía y el volumen molar parcial de los solutos son independientes de la concentración.

En una disolución diluida ideal, la relación entre el potencial químico en la disolución de cada soluto,  $\mu_i(\text{dis})$ , y el potencial químico del componente i líquido puro suponiendo que cumple la ley de Henry,  $\mu_i^{**}(\text{l})$ , viene dada por:

$$\mu_i(\text{dis}) = \mu_i^{**}(\text{l}) + RT \ln x_i$$

Despejando  $\ln x_i$  de derivando respecto a  $T$ :

$$\left(\frac{\partial \ln x_i}{\partial T}\right)_{P,P_i} = 0 = \frac{1}{R} \left[ \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{P,P_i} - \left(\frac{\partial \mu_i^{**}}{\partial T}\right)_{P,P_i} \right] = \frac{H_{m,i}^{**} - \bar{H}_i}{RT^2}$$

Donde  $H_{m,i}^{**}$  es la entalpía molar del componente i líquido puro suponiendo que cumple la ley de Henry.

De la relación anterior se deduce que:

Cuando se pulsa el botón “Salir” de la pantalla del test, se posibilita la generación de un informe en pdf. Si se genera hay que guardarlo en alguna carpeta del sistema. Después de generado se puede imprimir, si se desea:

Test finalizado

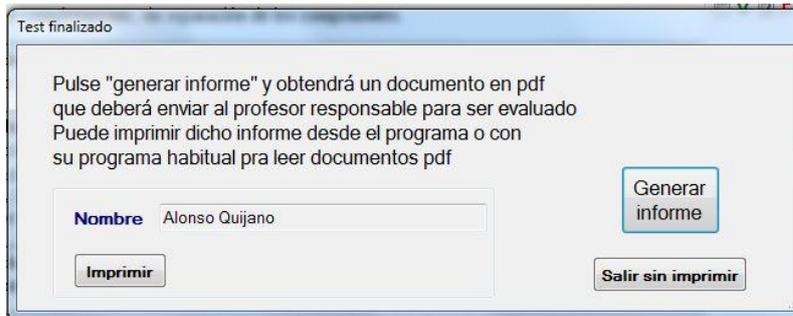
Pulse "generar informe" y obtendrá un documento en pdf que deberá enviar al profesor responsable para ser evaluado. Puede imprimir dicho informe desde el programa o con su programa habitual para leer documentos pdf.

Nombre: Alonso Quijano

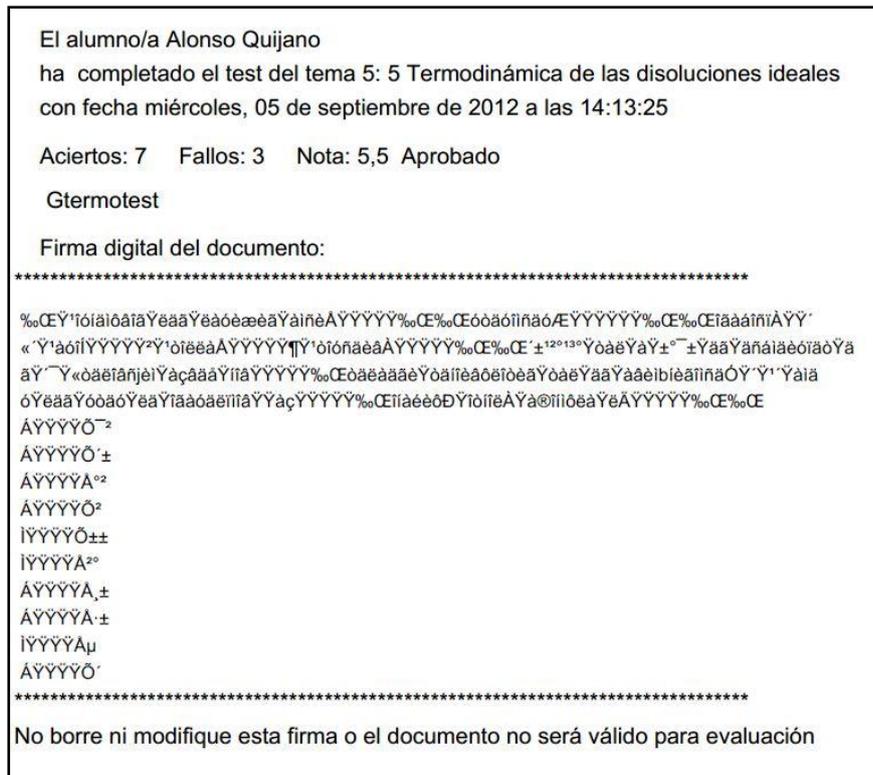
Imprimir

Generar informe

Salir sin generar



El informe generado, que se envía al profesor para su calificación, tiene el siguiente aspecto:



La colección de problemas se ha dividido en un conjunto de enunciados para cada tema y de entre ellos se han seleccionado algunos problemas para presentar su resolución. Se ha optado por el formato de libro electrónico interactivo, que permite su uso sin necesidad de estar conectado a la red y por tanto presenta la ventaja de que el alumno puede utilizarlo en cualquier momento, siempre que disponga de un ordenador. La instalación del libro consiste únicamente en copiarlo a una carpeta cualquiera y abrirlo.

La interfaz es fácil de manejar, teniendo un panel de navegación a la izquierda y los problemas y explicaciones a la derecha. En el panel de navegación se han relacionado los diferentes temas, de modo que al seleccionar uno de ellos aparece la lista de problemas que corresponden al mismo.

Se puede acceder a la relación de enunciados:

F:\Docencia\Innovacion do... x

1.1. Un termistor es un dispositivo para medir la temperatura cuya resistencia varía con ésta de forma muy acusada, según una relación del tipo:  $R = R_0 e^{B/T}$

a) Establézcase una escala lineal centigrada de temperaturas si la resistencia es 100 kΩ a 0°C y 1 kΩ a 100°C. b) Calcúlese el valor de R a 50°C. c) calcúlese la temperatura correspondiente a 50 kΩ.

1.2. Sabiendo que los puntos fijos para definir la escala de Fahrenheit de T son: 0 °F el punto de congelación de una disolución acuosa saturada de NaCl, que congela a -17.8°C, y 212 °F para el punto de ebullición del H<sub>2</sub>O pura, dedúzcase la ecuación que relacione la escala Celsius y Fahrenheit.

1.3. Una muestra de 4.50 g de metano tiene un volumen de 12.7 L a 310 K. Se expande isotérmicamente contra una presión externa constante de 200 mmHg hasta que su volumen aumenta en 3.3 L. Suponga que el metano se comporta como gas ideal y calcule w, q y ΔU para el proceso. Determine estas magnitudes para el mismo cambio de estado efectuado de manera reversible.

1.4. Una muestra líquida tiene un volumen de 0.450 dm<sup>3</sup> a 0 °C y 1 atm, observándose una disminución de un 0.67 % de su volumen cuando la muestra se somete a una compresión isotérmica a presión externa constante de 95 atm. Calcúlese w.

1.5. Calcúlese el trabajo para comprimir reversiblemente 100 g de un líquido por aumento de la presión desde 10 a 100 atm a 20 °C. El coeficiente de compresibilidad, κ<sub>T</sub>, constante entre 1 y 100 atm, vale 82·10<sup>-6</sup> atm<sup>-1</sup> y la densidad del líquido, ρ=0.792 g·cm<sup>-3</sup>, a 20 °C y 1 atm.

1.6. Se calientan 200 cm<sup>3</sup> de agua desde 25 hasta 50 °C, bajo una presión constante de 1 atm. Sabiendo que α=2.1·10<sup>-4</sup> K<sup>-1</sup>, ρ=1 g·cm<sup>-3</sup> a 25°C y C<sub>p,m</sub>=18 cal·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>, calcúlese w, q, ΔU y ΔH.

1.7. Se evaporan, a 250 K y a 750 mmHg, 0.5 moles de un líquido cuyo calor de vaporización molar es 26.0 kJ mol<sup>-1</sup>. Supóngase que el vapor es un gas ideal y calcúlese q, w, ΔH y ΔU.

El diseño del libro permite visualizar en primer lugar sólo el enunciado y ver las respuestas a petición del usuario. En muchos casos hay enlaces que presentan explicaciones adicionales o que llevan a otros problemas anteriormente resueltos como recordatorio.

Problemas Resueltos

Contenido | Índice

Inicio

**Tema 1**

- Problema 1.1
- Problema 1.2
- Problema 1.3
- Problema 1.4
- Problema 1.5
- Problema 1.6
- Problema 1.7
- Problema 1.8
- Problema 1.9
- Problema 1.10
- Problema 1.11

Tema 2

Tema 3

Tema 4

Tema 5

Tema 6

Tema 7

Tema 8

Tema 9

Tema 10

Agradecimientos

Copyright

**Problemas resueltos de Termodinámica**  
 José Miguel Rodríguez Mellado, Rafael Rodríguez Amaro, Manuel Mayén Riego  
 Grupo docente 022. Universidad de Córdoba

Un termistor es un dispositivo para medir la temperatura cuya resistencia varía con esta de forma muy acusada, según una relación del tipo:  $R = R_0 e^{B/T}$

a) Establézcase una escala lineal centigrada de temperaturas si la resistencia es 100 kΩ a 0°C y 1 kΩ a 100°C. b) Calcúlese el valor de R a 50°C. c) Calcúlese la temperatura correspondiente a 50 kΩ.

a)

$$R = R_0 e^{B/T}$$

$$\ln R = \ln R_0 + \frac{B}{T} \quad \ln R - \ln R_0 = \frac{B}{T}$$

Despejando T:

$$T = \frac{B}{\ln R - \ln R_0}$$

Cálculo de R0 y B:

$$\ln 1 = \ln R_0 + \frac{B}{373,15} \quad \text{para } 100^\circ\text{C}$$

$$\ln 100 = \ln R_0 + \frac{B}{273,15} \quad \text{para } 1^\circ\text{C}$$


---


$$\ln 100 = B \left( \frac{1}{273,15} - \frac{1}{373,15} \right)$$

$$B = 4694\text{K}$$

$$\ln R_0 = \ln 1 - \frac{4694}{373,15} = -12578 \quad \text{de donde } R_0 = 3,4410^{-5} \text{k}\Omega = 3,4410^{-2} \Omega$$

b)

$$\ln R = -12579 + \frac{4694}{323,15} \quad R = 7,00\text{k}\Omega$$

c)

$$T = \frac{4694}{\ln 50 + 12579} = 284,64\text{K} = 11,49^\circ\text{C}$$

6. **Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil)

La utilidad de todas estas actividades para el estudiante es que permiten mejorar su aprendizaje, dado que le plantea retos en el estudio, pero también le aporta gran parte de la información para superarlos mediante su trabajo autónomo, con un mínimo de supervisión. Además le permite autoevaluar sus conocimientos. Aunque las actividades están dirigidas a unos estudiantes en concreto, también les son útiles a otros estudiantes que tengan que aprender termodinámica.

Para el profesor es un conjunto de herramientas que le permiten dirigir y evaluar el aprendizaje autónomo del estudiante.

7. **Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

La herramienta informática se pondrá a disposición de los alumnos de la asignatura al principio de la misma.

8. **Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Aunque no se ha utilizado todavía, la experiencia del grupo docente en otras actividades ya implantadas de este tipo auguran buenos resultados.

9. **Bibliografía**

- Cuestiones de Termodinámica Química. Juan José Ruiz Sánchez. 1999 (2ª ed). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. ISBN 84-7801-513-2  
- Complementos docentes en Química General y su adecuación a la Metodología del Espacio Europeo de Educación Superior. Manuel Mayén Riego, José Miguel Rodríguez Mellado, Rafael Rodríguez Amaro. 2011 (2ª ed). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. ISBN: 978-84-992-7040-1  
- CQTEST. Generador de exámenes test para Cinética Química. Libro electrónico/Programa informático. José Luis Ávila Manzano, Rafael Marín Galvín, Manuel Mayén Riego, Rafael Rodríguez Amaro, José Miguel Rodríguez Mellado y Mercedes Ruiz Montoya, 2009. Editorial: Grupo UCO022. ISBN: 978-84-613-1113-2

**Córdoba, 24 de septiembre de 2012**

**Fdo.: José Miguel Rodríguez Mellado**