

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ÁREA DE FISICOQUÍMICA**

**LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA**

---

**MANUAL DEL ESTUDIANTE DE  
LABORATORIO DE  
FISICOQUÍMICA 2**

---

**PRIMER SEMESTRE 2009**

**GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA**

# Índice

Presentación.....	4
Horario.....	4
Descripción del curso.....	4
Objetivos generales del curso .....	4
Cátedra del curso y vías de comunicación .....	5
Ponderación del curso .....	5
Normativo de Evaluación, Promoción y Desarrollo de los Cursos de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2.....	6
TÍTULO I ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	6
Capítulo 1. “Proceso de Asignación” .....	6
Capítulo 2 “Planificación del curso” .....	7
TÍTULO II REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS .....	8
Capítulo 1 “Aspectos antes de la entrada al laboratorio” .....	8
Capítulo 2 “Procedimiento a la entrada al laboratorio, antes de la realización de la práctica” ....	8
Capítulo 3 “Uso de recursos físicos” .....	9
Capítulo 4 “Normas de Seguridad” .....	12
Capítulo 5 “Finalización de la práctica” .....	13
TITULO III ASPECTOS ACADÉMICOS.....	15
Capítulo 1 “Documentos no ponderados” .....	15
Capítulo 2 “Documentos ponderados” .....	16
Capítulo 3 “Evaluaciones” .....	21
TITULO IV DIPOSICIONES FINALES.....	25
Capítulo Único .....	25
Instructivo de Prácticas de Laboratorio .....	26
Práctica No. 1 “Electroquímica” .....	26
Práctica No. 2 “Cinética Química” .....	28
Práctica No. 3 “Equilibrio de fases binario: líquido-vapor” .....	30
Práctica No. 4 “Bromación de la acetona” .....	32
Práctica No. 5 “Equilibrio de fases ternario: líquido – líquido” .....	34
Práctica No. 6 “Equilibrio de fases: sólido-líquido” .....	35
Práctica No. 7 “Cinética de reacción: azul de metileno – ácido ascórbico” .....	36
Práctica No. 8 “Constante de disociación ácida del Rojo de Metilo” .....	39
Elementos del Análisis de Error.....	41
Objetivos.....	41
Generalidades .....	41
Conceptos fundamentales.....	41
1. Error absoluto.....	41
2. Error relativo .....	41
3. Expresión del resultado de la medida .....	42
Tipos de errores experimentales .....	42
A. Errores de Precisión en Incertidumbres.....	42
B. Errores de Precisión en Dispersión de datos .....	47
C. Error de exactitud .....	53
Caso de Aplicación .....	54
Problema .....	54
Reportar .....	55
Solución.....	55
A. Gráfica que relaciona cuantitativamente la.....	55
fuerza de tracción en función del alargamiento de cada resorte.....	55
B. Constante de elasticidad de cada resorte.....	62
Principios de un Buen Informe Técnico Formal.....	65

Hojas de Control .....	69
HOJA DE RESPONSABILIDAD .....	70
HOJA DE CÁLCULO DE REACTIVOS .....	71
HOJA DE EXAMEN CORTO .....	72
HOJA DE DATOS ORIGINALES.....	73
HOJA DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN VERBAL DEL INFORME TÉCNICO FINAL .....	74
Bibliografía Recomendada .....	77
Calendario.....	78
Actividades .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Evaluaciones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Entrega de documentos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

# Presentación

<b>Código</b>	388	<b>Categoría</b>	Obligatorio
<b>Pre-requisito</b>	Laboratorio de Físicoquímica 1 (386)	<b>Créditos</b>	Dos
<b>Post-requisito</b>	Laboratorio de Ing. Química 1 (389)	<b>Fecha</b>	Segundo semestre 2008

## Horario

Horario		Día	Sección	Carácter
08:00	13:00	Martes	D	Regular
16:00	20:00	Martes	E	Regular
08:00	13:00	Jueves	F	Regular
Pend	Pend	Viernes	G	

## Descripción del curso

El curso se desarrolla en el laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química. Durante el desarrollo del curso se realizarán prácticas experimentales sobre fenómenos físicos, químicos y fisicoquímicos acudiendo a herramientas matemáticas para la resolución de los problemas que cada experiencia demanda.

En cada práctica el estudiante aplica de forma ordenada, las leyes estudiadas y conocidas que rigen los fenómenos que hacen evidentes. Aplica los lineamientos establecidos en los procedimientos y con iniciativa propia deriva otros.

La interpretación objetiva de los resultados le permite realizar informes técnicos que describen los que el experimento hace conocer. Al final del curso, el estudiante se encuentra preparado para hacer una presentación formal de los resultados del proceso a manera de informe a la academia.

## Objetivos generales del curso

Al aprobar el curso el estudiante podrá:

1. Aplicar experimentalmente, de forma organizada y planificada los principios teóricos de la fisicoquímica 2, verificando la correspondencia de los resultados experimentales con los calculados teóricos.
2. Conocer el manejo de las relaciones matemáticas que permiten realizar cálculos, prever errores e interpretar las diferencias que puedan surgir.
3. Conducir el trabajo de laboratorio de manera individual y grupal de acuerdo a lo que establecen las normas y las buenas prácticas formando actitudes profesionales propias del a Ingeniería Química.
4. Organizar actividades programadas del curso de manera técnica siguiendo los normativos establecidos.
5. Integrar iniciativas, contribuciones y esfuerzos individuales y colectivos que permitan alcanzar los propósitos de cada actividad.
6. Preparar, conducir y desarrollar una presentación formal ante un grupo de evaluación.

### Cátedra del curso y vías de comunicación

<b>Profesores Titulares</b>	Ing. Químico José Manuel Tay Oroxom	jmt090@hotmail.com
	Ing. Químico César Ariel Villela	villeariel@yahoo.es
<b>Profesores Auxiliares</b>	Profa. Estefani A. Marcela Lossi	estefanilossi@gmail.com
	Br. Rocío Elizabeth Reyna	rocioreynar@gmail.com
	Br. Manuel Humerto Cazali	manuelcazali@gmail.com
<b>Sitio web</b>	Re-direccionador	www.labfisico-eiq-usac.tk
	Dirección original	labfisico.googlepages.com
	Correo electrónico	labfisico@gmail.com

### Ponderación del curso

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Ponderación (puntos)</b>
Exámenes cortos	8	16
Reportes	8	24
Investigación	1	4
Examen parcial	2	16
Informe técnico final	1	5
Presentación	1	10
<b>ZONA</b>		<b>75</b>
Examen final	1	25
<b>NOTA FINAL</b>		<b>100</b>

# Normativo de Evaluación, Promoción y Desarrollo de los Cursos de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2

---

## Presentación

El normativo es un conjunto de disposiciones que el estudiante debe cumplir durante su permanencia en el ambiente físico del laboratorio de fisicoquímica y de las actividades que debe desarrollar para cumplir de manera ordenada y ajustada en el tiempo lo establecido en cada uno de los programas de los cursos.

## Objetivos

- a. Desarrollar el curso respectivo de acuerdo a un conjunto de disposiciones claras las que conocidas y aceptadas faciliten el logro de los objetivos.
- b. Propiciar un ambiente de trabajo que se ajuste a las normas propias de la actividad de un laboratorio de fisicoquímica.

## TÍTULO I ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### Capítulo 1. "Proceso de Asignación"

#### 1.1 Solicitud del estudiante para asignación de sección y horario

- a. Para cursar el Laboratorio de Físicoquímica 1 o 2 deberá llenar el formulario de solicitud de asignación de sección y horario.
- b. El estudiante solicitará su sección en orden de prioridad de mayor a menor según su conveniencia, esto no implica que en la primera sección en prioridad será a la cual se le asigne.
- c. El formulario y calendario de entrega, estará a disposición en el sitio web del curso y se recibirá únicamente durante las fechas programadas.
- d. La información solicitada deberá ser llenada con datos e información comprobable.
- e. Los archivos que el estudiante adjuntará en la solicitud no serán de carácter obligatorio pero si ayudarán a validar la información colocada en formulario de asignación

#### 1.2 Confirmación de sección asignada

- a. El claustro de catedráticos del Área de Físicoquímica clasificará y verificará las solicitudes según las necesidades específicas de cada estudiante y lo asignará a su respectiva sección.
- b. El fallo de la clasificación y asignación será de carácter inapelable.
- c. La clasificación por secciones se publicará en el sitio web en un plazo aproximado de 5 días hábiles después del último día de recepción de solicitudes.
- d. Cada estudiante confirmará personalmente la sección y horario donde se le asigne durante el tiempo programado en el sitio web del curso.
- e. El objetivo de la confirmación de asignación es establecer en forma definitiva la participación de los asignados en cada sección. Algunos ajustes serán permitidos.
- f. Si el estudiante no se presente durante el tiempo programado, quedará fuera de participación del curso en el ciclo lectivo correspondiente.

### **1.3 Grupos de trabajo**

- a. Luego del proceso de confirmación de sección y los ajustes, se publicará en el sitio web la lista definitiva de los grupos de trabajo.
- b. Los grupos de trabajo se elaborarán de manera aleatoria. No se permitirán cambios.

## **Capítulo 2 “Planificación del curso”**

### **2.1 Sesión informativa**

- a. Después del proceso de asignación, se programará una sesión de inicio, orientación e información del curso. Cada grupo de trabajo deberá asistir de acuerdo al horario asignado.
- b. El objetivo de la sesión informativa es introducir al estudiante al curso, de manera que su adaptación se realice de manera rápida y efectiva.
- c. Como en todo el desarrollo del curso respectivo, los horarios y calendarios se cumplirán de forma rigurosa a partir de este evento.
- d. La asistencia a la sesión informativa será de carácter obligatorio y se tomará como inasistencia a los estudiantes asignados que falten a la misma.

### **2.2 Programación del curso**

- a. A todo estudiante asignado se le entregará personalmente el programa del curso,
- b. La entrega del programa de llevará a cabo durante los 5 días hábiles después de la sesión informativa.

## TÍTULO II REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

### Capítulo 1 “Aspectos antes de la entrada al laboratorio”

#### 1.1 Asistencia y puntualidad

- Es obligatorio presentarse puntualmente a la hora de inicio del laboratorio. Un margen de 10 minutos permitirá no ser tomado como inasistente. Transcurrido ese tiempo, se cerrará la puerta. La práctica se anulará de forma total.
- El máximo de inasistencias permitidas será de 2 (tomando en cuenta la sesión informativa), después de la segunda quedará automáticamente fuera de participación del curso.
- Aunque según el inciso anterior se acepte la inasistencia, no se permitirá la reposición de la práctica

#### 1.2 Procedimiento en las prácticas

- Las 8 prácticas se realizarán de manera rotativa según el número de grupos en cada sección y en dos fases, 4 prácticas en cada fase.
- La rotación de las prácticas se muestra mediante el siguiente cuadro

Fase	Semana	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	Primera	Práctica No. 1	Práctica No. 2	Práctica No. 3	Práctica No. 4
	Segunda	Práctica No. 2	Práctica No. 3	Práctica No. 4	Práctica No. 1
	Tercera	Práctica No. 3	Práctica No. 4	Práctica No. 1	Práctica No. 2
	Cuarta	Práctica No. 4	Práctica No. 1	Práctica No. 2	Práctica No. 3
2	Quinta	Práctica No. 5	Práctica No. 6	Práctica No. 7	Práctica No. 8
	Sexta	Práctica No. 6	Práctica No. 7	Práctica No. 8	Práctica No. 5
	Séptima	Práctica No. 7	Práctica No. 8	Práctica No. 5	Práctica No. 6
	Octava	Práctica No. 8	Práctica No. 5	Práctica No. 6	Práctica No. 7

#### 1.3 Vestimenta y accesorios

- El participante deberá tener puesta la bata de laboratorio, portar una toalla de manos, gafas de laboratorio, vestir zapatos cerrados. No se permitirá el uso de gorra.
- Cada grupo de trabajo deberá contar como mínimo con un ejemplar del Manual del estudiante de Laboratorio de Físicoquímica debidamente encuadernado o empastado. No se permitirá el uso de hojas sueltas.
- Por razones de seguridad e higiene en el trabajo, no se admitirá la participación de señoritas con falda o vestido, cabello suelto, joyas y accesorios. Las batas de tejido de algodón se prefieren a las de tejido sintético.
- Atuendos no adecuados a las actividades de laboratorio impedirán el acceso.

### Capítulo 2 “Procedimiento a la entrada al laboratorio, antes de la realización de la práctica”

#### 2.1 Pertenencias personales

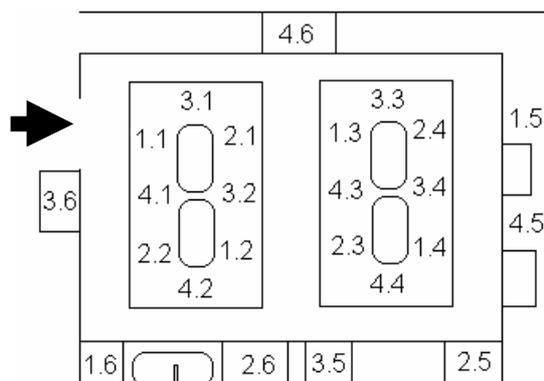
- Al entrar al laboratorio el estudiante colocará sus pertenencias estudiantiles personales en el mueble acondicionado para el efecto.
- El laboratorio no se hará responsable por la pérdida total o parcial de los objetos depositados en lugar respectivo. Es recomendable no depositar objetos caros.

## 2.2 Entrega de documentos

- a. Luego cada estudiante entregará a su instructor los siguientes documentos con todos los campos llenos:
  - i. Post Reporte de la práctica anterior, excepto si la entrega del respectivo Post Reporte estuviera programada para otra fecha.
  - ii. Otros documentos ponderados que su entrega estuviese programada para ese día.
- b. La entrega de estos documentos será únicamente al inicio del laboratorio y por ninguna razón se recibirán en otro horario.
- c. El formato y las especificaciones de los documentos solicitados se describirán en el "Título" correspondiente.

## 2.3 Examen corto

- a. Luego de entregar los documentos, cada estudiante podrá ingresar al laboratorio únicamente los siguientes implementos para poder realizar su examen corto:
  - i. Lapicero
  - ii. Regla
  - iii. Hoja de resolución para examen corto, con todos los campos llenos.
  - iv. Hoja de Cálculo de Reactivos (original), con todos los campos llenos.
- b. El ingreso de cualquier objeto adicional será motivo de anulación del examen corto.
- c. Cada estudiante se colocará en un lugar específico según la clave asignada de la siguiente manera:



- d. Luego que cada estudiante esté en su lugar específico, se le hará entrega de su respectivo temario y tendrá exactamente 15 minutos para resolverlo, contando desde la hora en punto de iniciado el horario de laboratorio
- e. Cuando termine el tiempo respectivo, se recogerán las siguientes hojas debidamente engrapadas:
  - i. Temario original
  - ii. Hoja para resolución del examen corto.
  - iii. Hoja de Cálculo de reactivos (original)
- f. Al terminar su examen corto cada estudiante deberá permanecer en su lugar, hasta que sean recogidos los papeles descritos en el inciso anterior.

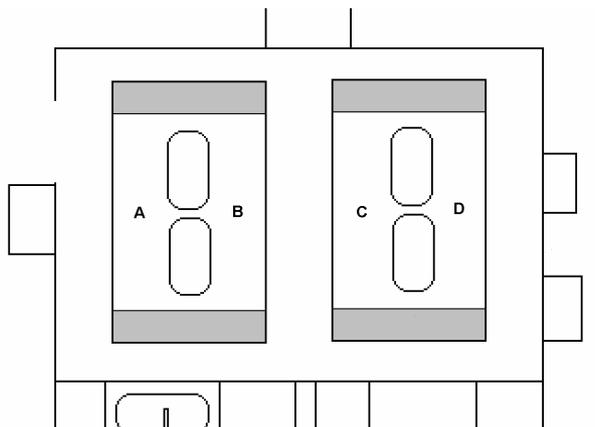
## Capítulo 3 "Uso de recursos físicos"

### 3.1 Normas generales de cumplimiento obligatorio

- a. La ubicación de los grupos de trabajo para la realización de las prácticas procederá según la

siguiente figura y la siguiente tabla:

Área de Trabajo	Laboratorio de Físicoquímica 1	Laboratorio de Físicoquímica 2
<b>A</b>	Prácticas 3 y 8	Prácticas 3 y 6
<b>B</b>	Prácticas 2 y 7	Prácticas 1 y 8
<b>C</b>	Prácticas 1 y 6	Prácticas 4 y 7
<b>D</b>	Prácticas 4 y 5	Prácticas 2 y 5



- Por razones de seguridad y prevención de accidentes las áreas de color gris deberán estar totalmente desocupadas para el libre paso de personas dentro del laboratorio. El hecho de tener objetos presentes en dichas áreas será motivo para la expulsión inmediata de la práctica y la anulación de la misma.
- No será permitido realizar cualquier clase de práctica o experiencia no autorizada por el catedrático y/o instructor del laboratorio.
- El estudiante deberá trabajar con limpieza, orden y responsabilidad. Por lo que el lugar de trabajo deberá permanecer antes, durante y después de la experiencia, limpio y ordenado. Se recomienda mantener en el área de trabajo únicamente lo indispensable.
- No se permitirá salir del laboratorio en el transcurso de la práctica sin causa justificada.
- Las visitas durante la realización de las prácticas no serán permitidas.
- El uso de celulares u otro tipo de equipo de comunicación electrónica no será permitido.
- El comportamiento inapropiado podrá generar la expulsión de la práctica, tomándose ésta como inasistencia. Se recomienda consultar sus dudas con el encargado del laboratorio.

### 3.2 Cristalería y equipo

- Cada grupo solicitará la cristalería y equipo que necesite para su respectiva práctica por medio de la Hoja de Responsabilidad, previamente entregada con un día hábil de anticipación.
- Por medio de esta hoja el grupo se hará responsable de todo lo que esté escrito en ella, devolviendo lo que se recibió en las mismas condiciones.
- Una vez terminado el examen corto los estudiantes podrán tomar la cristalería que requieran, excepto la siguiente:
  - Pipetas volumétricas y serológicas
  - Ampollas de decantación.
  - Equipo de medición especial.
- En caso que un grupo necesitare el anterior tipo de cristalería deberá solicitarla directamente con su instructor por medio de su Hoja de Responsabilidad.

- e. Se tendrá aproximadamente 75 minutos para poder tomar la cristalería y el equipo necesario, luego de ese tiempo se cerrará el mueble que la contiene y se abrirá hasta la finalización de la práctica.
- f. Se realizarán 2 revisiones de cristalería:
  - i. La primera será después de haber cerrado el mueble de cristalería
  - ii. La segunda al finalizar la práctica de cada grupo.
- g. El grupo responsable deberá entregar debidamente limpia y seca la cristalería utilizada al finalizar su práctica.
- h. Cuando uno o varios estudiantes causen daño total o parcial de la cristalería y/o equipo del cual se hicieron responsables, llenarán un formulario en el cual se comprometen a reponer la cristalería y/o equipo dañado en un plazo máximo de 10 días hábiles, de lo contrario no podrán ingresar al laboratorio. Asimismo, esta responsabilidad concluirá al momento de cumplir su compromiso.

### 3.3 Reactivos sólidos

- a. Al igual que en el inciso anterior, una vez terminado el examen corto los estudiantes podrán dirigirse a tomar la cantidad de reactivo sólido que requieran en el área de balanzas según la Hoja de Cálculo Reactivos previamente preparada, utilizando una fotocopia de la misma.
- b. El procedimiento para el pesado de reactivos sólidos, conocido por experiencia previa por el estudiante, se realizará de la siguiente manera:
  - i. Se colocará sobre la balanza un pedazo de papel mantequilla de dimensiones adecuadas.
  - ii. Asimismo se colocará de sobre el pedazo de papel mantequilla la cantidad que se necesite
  - iii. Luego de esto, inmediatamente se trasvasará a un recipiente.
  - iv. Finalmente guardará en el frasco de almacenamiento en el lugar correspondiente.
- c. Para evitar errores, desperdicios y accidentes, no se permitirá que estudiantes se trasladen del área de balanzas a su lugar de trabajo con reactivos colocados únicamente en papel mantequilla.
- d. El número máximo de personas en el área de balanzas será de 3, si hubiesen más interesados deberán hacer turno.

### 3.4 Reactivos líquidos

- a. Al igual que en el inciso anterior, una vez terminado el examen corto los estudiantes podrán dirigirse a tomar la cantidad de reactivo líquido que requieran en la campana de extracción según la Hoja de Cálculo Reactivos previamente preparada, utilizando una fotocopia de la misma.
- b. En el caso de preparar una solución de un reactivo a una concentración determinada se deberá seguir el siguiente procedimiento:
  - i. Buscar cuidadosamente en el interior de la campana de extracción una solución similar o igual a preparar.
  - ii. Preguntar a su instructor si contiene una solución similar a preparar luego de buscar en la campana de extracción.
  - iii. Si en dado caso se confirma que no se posee la solución se procederá a prepararla.
- c. El procedimiento para la medición de reactivos líquidos es conocido, por experiencia previa por el estudiante:
  - i. Se verterá del envase (generalmente grande) el volumen aproximado que se necesite en un frasco de vidrio más pequeño con tapadera.
  - ii. Luego se guardará el envase de almacenamiento en el lugar correspondiente.
  - iii. Asimismo se etiquetará correctamente el frasco pequeño.
  - iv. Hasta este momento se podrá pipetearse el volumen exacto a utilizar del frasco pequeño. De ninguna manera deberá pipetearse directamente del envase de

- almacenamiento.
- v. Finalmente deberá taparse el frasco pequeño si queda algún volumen significativo de reactivo.
- d. La medición de reactivos líquidos volátiles deberá realizarse en la campana de extracción, el caso contrario es motivo para la anulación de la práctica.
- e. El número máximo de personas en la campana de extracción es 2, por lo tanto los demás que necesiten utilizarla deberán esperar turno.

### 3.5 Titulaciones ácido base

- a. En gran número de prácticas será necesaria la estandarización y/o titulación de soluciones ácido- base. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento, cualquier desacato a estas indicaciones será motivo de expulsión de la práctica y la anulación de la misma.
- b. Se utilizarán buretas de 25ml
- c. Se utilizará un volumen de muestra de 5ml
- d. Se tendrá a disposición soluciones patrón exclusivamente para estandarizar soluciones no diluidas, lo que implica que solo se permitirá una estandarización básica y/o ácida por práctica, según el procedimiento específico.
- e. El uso de soluciones patrón para titular varias soluciones en una misma práctica será también motivo de su anulación.

## Capítulo 4 "Normas de Seguridad"

### 4.1 Normas generales de seguridad

- a. Se localizarán los dispositivos de seguridad próximos
- b. Será obligación de cada estudiante leer las etiquetas de seguridad, informarse sobre las medidas básicas de seguridad y prestar atención a las medidas específicas de seguridad.
- c. Siempre se utilizará bata y lentes dentro del laboratorio. Cuando sea necesario se utilizarán guantes.
- d. Por razones de higiene cada estudiante deberá lavarse las manos siempre al iniciar y finalizar una experiencia en el laboratorio.
- e. Al derramar un producto, este deberá ser recogido inmediatamente.
- f. Está totalmente prohibido comer, fumar, jugar, beber y tener comportamientos que se califiquen de inadecuados dentro del laboratorio.
- g. En caso de accidente, el estudiante deberá avisar inmediatamente al catedrático.
- h. Al ingresar al laboratorio, el estudiante que lo considere necesario deberá realizar una ficha en la cual especifique claramente:
  - i. Tipo de medicamento que toma periódicamente o en casos de emergencia.
  - ii. Si padece de alguna enfermedad crónica o sufre de crisis periódicas.
  - iii. Si tiene tratamiento médico especial. Indicar a quien avisar.
  - iv. Padecimiento de alergias a determinados compuestos químicos.
- i. En caso que el estudiante tome algún medicamento, ya sea periódicamente o el día de la práctica, estará obligado a investigar si existe interacción entre los reactivos a utilizar y los medicamentos ingeridos. En caso que lo anterior fuera positivo deberá notificar al catedrático titular responsable para que se tomen las medidas pertinentes.
- j. El estudiante al ingresar al laboratorio, antes de realizar la práctica correspondiente deberá comprometerse a conocer perfectamente las toxicidades de todos los reactivos que manipulará, así como sus antídotos, manejo, peligros y forma de desecho de los mismos. Para esto, consultará los manuales disponibles.
- k. Cualquier accidente causado por una mala utilización de los reactivos y/o equipo, será visto y sancionado como negligencia por parte del estudiante. La sanción dependerá de la gravedad del accidente, pudiendo ser hasta la expulsión del curso.

#### **4.2 Precauciones específicas en la manipulación del vidrio**

- a. Para insertar tubos de vidrio en tapones, se deberá humedecer el tubo y el agujero con agua o silicona protegiendo las manos con guantes apropiados. No es recomendable forzar un tubo de vidrio. En caso de ruptura, existe peligro de cortarse las manos
- b. El vidrio caliente deberá dejarse que enfríe para utilizarlo. Si tiene dudas de su temperatura, use pinzas o tenazas para su manipulación.
- c. Se depositará el material de vidrio roto en su contenedor exclusivo. No es recomendable usar equipo de vidrio que esté agrietado o roto.

#### **4.3 Precauciones específicas en la manipulación de reactivos químicos**

- a. Los productos químicos son peligrosos por sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas. Muchos reactivos, particularmente los disolventes orgánicos, arden en presencia de una llama. Otros explotan con el calor.
- b. Si se usa una fuente intensa de calor, se alejará de ésta los envases de reactivos químicos.
- c. No se inhalarán los vapores de productos químicos ni se olerán envases directamente.
- d. Se trabajará en una campana extractora siempre que se use sustancias volátiles. Si aún así se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, se abrirán inmediatamente las ventanas.
- e. Está terminantemente prohibido pipetear reactivos directamente con la boca. Se usará siempre un dispositivo especial para pipetear líquidos.
- f. El envenenamiento o intoxicación puede ser a través de la piel. Se evitará el contacto de estos productos químicos, usando guantes de un sólo uso.

#### **4.4 Precauciones especiales en el transporte de reactivos**

- a. No se transportará innecesariamente los reactivos de un sitio a otro del laboratorio.
- b. Las botellas se transportarán sujetándolas del cuello con una mano y apoyándolas por el fondo con la otra. Nunca del tapón.

#### **4.5 Precauciones especiales en el calentamiento de líquidos**

- a. No se calentará nunca un recipiente totalmente cerrado.
- b. Siempre se dirigirá la boca del recipiente en dirección contraria a si mismo y otras personas cercanas.

#### **4.6 Riesgo eléctrico**

- a. Para evitar descargas eléctricas accidentales, deberá seguirse las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos.
- b. No se enchufará un equipo sin toma de tierra o con los cables o conexiones en mal estado.
- c. Nunca se manipularán los circuitos de los aparatos y equipos.

### **Capítulo 5 "Finalización de la práctica"**

#### **5.1 Generalidades de los residuos**

- a. Las medidas de seguridad no terminarán al finalizar la práctica experimental.
- b. La disposición final de los residuos de las prácticas experimentales deberá realizarse de forma técnica, segura y lo menos contaminante posible.
- c. El material de cristal roto se tirará en el recipiente acondicionado para este fin.
- d. Los papeles y otros residuos sólidos se tirarán en la papelera.

## 5.2 Residuos químicos (rutina que se encuentra en desarrollo)

- a. Durante la realización de la práctica los residuos líquidos se verterán en un recipiente para el efecto (generalmente un beacker de volumen grande), para que cuando finalice la práctica experimental puedan depositarse en los frascos respectivos.
- b. Los productos químicos tóxicos se tirarán en contenedores especiales para este fin.
- c. No se verterán directamente al fregadero productos que:
  - i. Reaccionen con el agua (sodio, hidruros, amiduros, halogenuros de ácido)
  - ii. Sean inflamables (disolventes)
  - iii. Huelan mal (derivados de azufre)
  - iv. Sean lacrimógenos (halogenuros de bencilo, halocetonas)
  - v. Sean difícilmente biodegradables (polihalogenados: cloroformo)
- d. Las sustancias líquidas o las disoluciones que puedan verterse al fregadero, se diluirán previamente.
- e. No tirarán al fregadero productos o residuos sólidos que puedan atascarlas. En estos casos los residuos se depositarán en los recipientes adecuados.
- f. Los frascos de residuos deberán encontrarse rotulados según el tipo de desecho. Si se tiene duda sobre esto deberá consultar inmediatamente con su instructor.
- g. Cuando se encuentre un frasco no rotulado para un determinado desecho, se deberá tomar un contenedor vacío, rotularlo, verter el desecho, taparlo y colocar el contenedor junto con los demás que sí se encuentren rotulados.

## 5.3 Aspectos finales

- a. Luego de terminar de anotar los datos necesarios de la práctica, verter correctamente los desechos, dejar limpio el lugar de trabajo y revisar por segunda vez la cristalería usada, el grupo de estudiantes podrá entregar a su instructor la Hoja de Datos Originales.
- b. Esta hoja será firmada y sellada por el instructor para luego fotocopiarla según la necesidad del grupo de trabajo. Asimismo la hoja original será devuelta en un plazo máximo de 24 horas, de lo contrario todo el grupo de trabajo tendrá anulado el post reporte.
- c. Al final el instructor podrá asignar a cada grupo de trabajo una tarea de limpieza del laboratorio. Cuando ésta se finalice satisfactoriamente el grupo de trabajo podrá retirarse.

## TITULO III ASPECTOS ACADÉMICOS

### Capítulo 1 “Documentos no ponderados”

#### 1.1 Hoja de Responsabilidad

- a. La cristalería y equipo que solicite cada grupo para realizar su respectiva práctica se hará por medio de la Hoja de Responsabilidad.
- b. El formato de la Hoja de Responsabilidad se encuentra en el presente manual (ver índice).
- c. La entrega de la Hoja de Responsabilidad será de carácter obligatorio, en caso contrario el grupo no podrá realizar su práctica experimental.
- d. Por medio de esta hoja el grupo se obliga a devolver lo solicitado y recibido en las mismas condiciones. Además sirve de control para que no se asignen al grupo de trabajo utensilios que no estén escritos en esta hoja.
- e. El objetivo de entregar la Hoja de Responsabilidad antes de la práctica será poder justificar en base al procedimiento previamente estudiado (del instructivo) la cristalería y/o equipo que necesite el grupo de trabajo.

#### 1.2 Cálculo de Reactivos

- a. La Hoja de Cálculo de Reactivos original deberá adjuntarse al examen corto al inicio de la práctica, lo contrario implicará la anulación del examen corto y por ende la totalidad de la práctica.
- b. En esta hoja se detallarán las cantidades de reactivos para todas las soluciones o mezclas requeridas en la práctica. Si no se utilizan soluciones deberá aparecer la cantidad de reactivo puro requerido. Esto se dividirá de la siguiente manera:
  - i. Reactivos puros: volumen o masa de cada reactivo
  - ii. Soluciones aforadas(para cada solución):
    - A. Volumen de solución total
    - B. Volumen o masa de soluto (s)
    - C. Solvente
    - D. Concentración resultante
  - iii. Soluciones no aforadas o mezclas (para cada mezcla):
    - A. Cantidad de componentes (1, 2, 3...)
    - B. Volumen o masa de cada componente
    - C. Concentración de cada componente
- c. Deberá tomarse en cuenta el estado de agregación del reactivo para dicho cálculo (líquido o sólido), para lo cual se recomienda localizar la lista de reactivos.
- d. Cualquier información adicional colocada en esta hoja se tomará como de mala intención y fraude en la evaluación. Como consecuencia se anulará el examen corto y el resto de la práctica.
- e. Se recomienda entrar al laboratorio con una copia de la Hoja de Cálculo de Reactivos para ahorrar tiempo durante la realización de la práctica.
- f. Deberán llenarse absolutamente todos los campos que requiere la Hoja de Cálculo de Reactivos.
- g. El formato de la Hoja de Cálculo de Reactivos se encuentra en el presente manual (ver índice).
- h. Aunque la Hoja de Cálculo de Reactivos no tiene ponderación, ésta deberá realizarse apegada al procedimiento anterior, de lo contrario se sancionará hasta con 15 puntos del correspondiente examen corto.

## Capítulo 2 “Documentos ponderados”

### 2.1 Reportes

#### 2.1.1 Aspectos generales

- El post reporte, siendo la expresión directa de la práctica experimental, deberá contener todo lo útil para la correcta presentación, análisis e interpretación de la información obtenida de la práctica.
- Se estructurará con las siguientes secciones en el orden indicado:

Sección	Ponderación
Carátula	0
Justificación del Método	10
Resultados	12
Observaciones	3
Recomendaciones	3
Muestra de Calculo	30
Datos Calculados	4
Análisis de Error	15
Conclusiones	20
Bibliografía	3
Hoja de Datos Originales (Fotocopia)	0

- La presentación física del documento será elaborada a mano, en hojas blancas tamaño carta, escritas en un solo lado, numeradas, con gancho y sin fólder ni engrapadas. El margen izquierdo debe ser suficientemente grande para que el texto no quede debajo del gancho, y los otros márgenes deben guardar una proporción estética. La clave asignada o posición asignada al estudiante debe ir escrita en la esquina superior de la primera página del reporte.

#### 2.1.2 Justificación del Método

- La justificación del método es un preámbulo al reporte que explica en forma teórica y práctica en que consiste la práctica y cuales son sus objetivos.
- Deben incluirse los principales conceptos que se manejan en la realización de la práctica y el reporte de la forma más resumida posible.
- Deben incluirse los principales conceptos que se manejan en la realización de la práctica y el reporte.
- Debe contener también el procedimiento paso a paso de lo que se realizó en el laboratorio, escrito en tiempo pasado y con las correcciones, sucesos y justificaciones (el por que se hizo) respectivas.
- Se incluirá en esta sección un diagrama del equipo que se utilizó en la práctica.

#### 2.1.3 Resultados

- En esta sección se presentarán de forma estructurada los resultados de la práctica.
- La información deberá aparecer ordenada en tablas.
- Todos los datos numéricos deberán ir acompañados de su dimensional e incertidumbre absoluta, inclusive cuando se presentan gráficamente.
- Las graficas deberán colocarse una por página, debidamente identificada y numerada. Estas pueden ser hechas a mano o en computadora.

- e. Cada gráfica deberá contener como mínimo los siguientes datos:
  - i. Barras de error ( $x$  y  $y$ ) en cada punto de la gráfica, representando la incertidumbre de cada punto.
  - ii. Curva de ajuste
  - iii. Nombre de las variables de los ejes con sus respectivas dimensionales.
- f. Además de los datos que debe contener cada gráfica, mencionados en el inciso anterior, deberá acompañarse de una tabla los siguientes datos:
  - i. Color de la curva o puntos de la gráfica (si existe más de una curva en la gráfica)
  - ii. Modelo matemático de la curva de ajuste
  - iii. Correlación o grado de correlación de la curva de ajuste
  - iv. Incertidumbre máxima del grupo de puntos en la variable  $x$
  - v. Incertidumbre máxima del grupo de puntos en la variable  $y$
  - vi. Intervalo de validez para el modelo matemático de la curva de ajuste.  
(Regularmente este modelo siempre resulta ser inextrapolable)
- g. Aunque el inciso *d.* mencione que solo se permite una gráfica en cada página, eso no quiere decir que en una misma gráfica no puedan representarse varias curvas. Este tipo de diagramación se podrá llevarse a cabo siempre y cuando éstas estén en proporción y apreciación estética.
- h. Si el resultado es una interpretación, debe ir debidamente redactado y distribuido.
- i. Los resultados van numerados dependiendo del tipo de dato al que hacen referencia según el instructivo.

#### 2.1.4 Observaciones

- a. Las observaciones se referirán todo lo que ocurra durante la experimentación.
- b. Describen únicamente el fenómeno ocurrido durante el ensayo sin atender a ningún tipo de cálculo.
- c. Deben ir escritas en divisiones numeradas. Se incluirá un mínimo de 3 observaciones.
- d. Además deberá incluirse diagramas o dibujos en los casos que sea necesario para aclarar mejor las ideas escritas.

#### 2.1.5 Recomendaciones

- a. Al igual que las observaciones, éstas deben ser referentes a todo lo que ocurra durante la experimentación.
- b. Proponen una solución lógica con fundamento teórico a las situaciones que impiden la obtención correcta de datos.
- c. Pueden ser respecto a formas de medición o manejo de equipo.
- d. Se hace énfasis en que una recomendación es la propuesta de una solución lógica a un problema determinado en la práctica o método con su respectivo fundamento teórico. De modo que en la recomendación deberá demostrarse que la solución propuesta resolverá el problema mencionado relacionando estas dos partes por medio de la teoría.
- e. Podrán incluirse gráficos y/o diagramas que ayuden a explicar la recomendación propuesta.
- f. Se escribirán en divisiones numeradas. Se incluirá un mínimo de 3 recomendaciones.

#### 2.1.6 Muestra de Cálculo

- a. Es la sección más importante del post reporte, puesto que en ella se hará referencia a la forma en que se tratan los datos para llegar tanto a los resultados finales como al análisis de error.
- b. La muestra de cálculo se separará en la misma cantidad de incisos que correspondan a los resultados. Asimismo cada inciso se dividirá en subincisos que corresponderán a la misma cantidad de ecuaciones, relaciones o deducciones gráficas que se requieran.
- c. Cada subinciso deberá contener su respectiva ecuación o relación o deducción gráfica

acompañada de su referencia bibliográfica (Número de Libro en Bibliografía – Número de Página del Libro).

- d. A cada ecuación se le deberán describir sus variables con su respectiva dimensional. Se recomienda un apartado debajo de la ecuación.
- e. El orden en que irán las ecuaciones deberá tener un seguimiento lógico adecuado.
- f. El método para realizar relaciones gráficas deberá identificarse. Si se realiza por computadora deberá indicarse también el software que se utilizó.
- g. Tomar nota de que en esta parte NO se incluirán tablas usadas para llegar a los datos, pero se hará referencia a ellas.
- h. Todas las formulas o ecuaciones tendrán que identificarse, mostrar su procedencia y el método que incluye a tales relaciones.
- i. Además de la ecuación teórica deberá incluirse un ejemplo de dicha ecuación con los valores sustituidos en ella. Dichos valores deberán hacerse referencia de su respectiva tabla en la sección de Datos Calculados o bien de la Hoja de Datos Originales.
- j. Los valores sustituidos en el ejemplo deberán ir acompañados de sus respectivas dimensionales.
- k. Se calificará principalmente que el seguimiento sea completo y que no se saquen relaciones sin fundamento.
- l. Quedará abierta la posibilidad de poder incluir métodos que sean distintos al indicado en la bibliografía, siempre basándose en criterio y conocimiento científico y con la creatividad que pueda resolver el problema. Si es así, también es necesario que se compare con el método ya existente.

### **2.1.7 Datos Calculados**

- a. Los datos calculados resumirán aquellos datos intermedios que resultan de la correcta manipulación de la información experimental incluyendo los resultados finales, ya sean gráficas o valores absolutos.
- b. Serán principalmente tablas identificadas correctamente.
- c. Se podrá incluir la impresión de las tablas resultantes únicamente. Esto no incluirá sus respectivos títulos e información adicional que acompañe a la tabla.
- d. El formato de los números y dimensionales incluidos en las tablas deberá ser justificado, es decir, se especificará la razón por la cual se trabaja con, por ejemplo, notación científica, número de decimales.
- e. El número de decimales está relacionado con la precisión del experimento y quedará a criterio del estudiante fijar efectivamente la tolerancia requerida para un informe de clase técnico y formal.

### **2.1.8 Análisis de Error**

- a. Esta sección será obligatoria en todos los post reportes y se dividirá en la misma cantidad de incisos correspondientes a los resultados.
- b. Las ecuaciones y deducciones correspondientes para el cálculo deberán incluirse en la sección muestra de cálculo utilizando el mismo formato.
- c. Asimismo cada inciso se subdividirá en los siguientes datos:
  - i. Incertidumbre máxima, dimensional absoluta.
  - ii. Error máximo de precisión por incertidumbre, dimensional porcentual %.
  - iii. Error máximo de precisión por desviación, dimensional porcentual % (si se aplica a la práctica).
  - iv. Error máximo de exactitud, dimensional porcentual % (si se aplica a la práctica).
- d. Si en dado caso el inciso a presentar es un valor numérico puntual, se escribirán los datos tal como lo menciona el inciso anterior.
- e. Si en dado caso el inciso a presentar es una gráfica, se escribirán los datos de errores e

incertidumbres para cada eje de coordenadas; es decir, la variable que corresponde al eje de las abscisas ( $x$ ) llevará los cuatro tipos de errores mencionados en inciso *b.* y la variable que corresponde al eje de las coordenadas llevará los cuatro tipos de errores. En total sumarían ocho errores en una sola gráfica y por lo tanto éstos deberán aparecer en un inciso del análisis de error.

- f. Los datos del análisis de error podrán presentarse en tablas o en gráficas de columnas con una proporción estética adecuada.
- g. Además deberá incluirse una tabla con las incertezas de los instrumentos indicando la dimensional de medición.
- h. Con los datos presentados anteriormente deberá incluirse una breve discusión del análisis de error con el objetivo de justificar la magnitud de los errores en función de los instrumentos de medición específicos de la práctica, el manejo específico de cada instrumento por parte de los experimentadores y las condiciones experimentales que permiten relación entre ambos.
- i. Una explicación más amplia de esta sección se encontrará en las partes subsiguientes de este manual. (ver índice)

### **2.1.9 Conclusiones**

- a. Las conclusiones serán el resultado final del experimento o investigación científica realizada, cuando se procede a analizar los resultados obtenidos.
- b. Cada conclusión que se presente deberá haber sido obtenida de los resultados que se alcanzaron en la experiencia realizada. Serán conclusiones del experimento, no de la literatura o de la imaginación.
- c. Nótese que es muy fácil confundir opiniones o recomendaciones con conclusiones, lo cual deberá evitarse.
- d. Ninguna conclusión deberá estar sin una sustentación adecuada en los resultados obtenidos y respaldadas con un fundamento bibliográfico.
- e. Con lo anterior mencionado se pretende que una conclusión deberá llevar las siguientes partes para que se considere como bien redactada, aunque no necesariamente en este orden:
  - Referencia hacia gráfica y/o tabla de la sección de Resultados. (Sujeto)
  - Afirmación sobre lo que puede deducirse de la gráfica y/o tabla mencionada (Predicado)
  - Confirmación o negación que la anterior afirmación coincide o no con la literatura. (Circunstancial)
  - Justificación del inciso anterior con una breve oración teórica de la literatura mencionada. (Parte del Circunstancial)
- f. Se deberá tener un mínimo de 2 conclusiones por cada inciso en los resultados obtenido.

### **2.1.10 Bibliografía**

- a. Deberá ir numerada y en orden alfabético, con las páginas de referencia utilizadas.
- b. Las referencias bibliográficas utilizadas en todo el documento deberá coincidir con la numeración utilizada (mencionada en el inciso anterior).
- c. Si se utilizan páginas de Internet, debe colocarse la dirección exacta y NO el buscador utilizado.
- d. Se deberá utilizar un mínimo de 3 referencias bibliográficas.

### **2.2 Investigaciones**

- a. Se realizarán 2 investigaciones las cuales son documentos, resultado de revisión bibliográfica de textos especializados como libros y archivos electrónicos.
- b. Las investigaciones deberán presentarse a máquina o computadora, hojas blancas tamaño carta escritas de un solo lado, numeradas, con gancho y sin fólter ni engrapadas.
- c. La dinámica de trabajo de estas investigaciones es en grupo y deberán entregarse en las fechas indicadas.

- d. El contenido de las investigaciones se publicará en el sitio web.

## 2.3 Reporte técnico final

### 2.3.1 Aspectos generales

- a. El reporte técnico final es el fundamento para la actividad más importante del laboratorio.
- b. La dinámica de trabajo será en grupo y deberá entregarse en la fecha programada.
- c. El reporte técnico final deberá presentarse a máquina o computadora, hojas blancas tamaño carta escritas de un solo lado, numeradas, con gancho, con fólter sin encuadernar.
- d. Los resultados que presente el grupo de trabajo serán los mismos de su experimentación pero utilizará los demás datos originales para el cálculo de precisión por desviación (Análisis de Error).
- e. La estructura y especificaciones de presentación de Muestra de Cálculo, Análisis de Error, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía serán las mismas que para los Post Reportes regulares.
- f. La estructura y elaboración de las secciones de Justificación del Método, Métodos Alternos y Aplicaciones Industriales se describirán en los incisos subsiguientes.
- g. El Reporte técnico final deberá contener las siguientes secciones en el orden indicado:

Sección	Ponderación
Carátula	0
Resultados	10
Justificación del Método	10
Muestra de Calculo	20
Datos Calculados	2
Análisis de Error	15
Conclusiones	20
Recomendaciones	10
Métodos Alternos	6
Aplicaciones Industriales	6
Hojas de Datos Originales (Fotocopia)	0
Bibliografía	2

### 2.3.2 Justificación del Método

- a. Generalidades: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada deberá ser descrita en forma general el método utilizado. En esta sección se enumerará la facilidad de uso a nivel laboratorio, cristalería, reactivos, errores sistemáticos posibles, variables cuantificadas y la relación entre dichas variables con el procedimiento realizado.
- b. Fundamento teórico: Se describirán las deducciones, relaciones gráficas y ecuaciones que cuantifican el procedimiento que se halla utilizado en la práctica. Además se argumentará y fundamentará la aplicación del método de cálculo utilizado a las condiciones del laboratorio y los objetivos de la práctica. Nótese que es muy fácil incluir teoría del fenómeno, esto deberá evitarse.
- c. Procedimiento: Deberán ser analizados cada uno de los pasos del procedimiento realizado en la práctica, diagramando lo que se considere necesario.
- d. Reactivos: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada deberán ser descritos los reactivos de la siguiente manera:
  - i. Naturaleza molecular: Se justificará la elección de los reactivos utilizados de acuerdo con la estructura química molecular y se relacionará dicha justificación con los objetivos de la práctica. Deberá añadirse a esta justificación una figura de la estructura molecular de su respectivo reactivo.

- ii. Concentraciones: Se justificará la elección de las concentraciones en las soluciones de los reactivos de acuerdo a los objetivos de la práctica y el método de cálculo utilizado, si aplica.
- e. Otras variables de control: Deberán justificarse otras variables de control del procedimiento como temperatura, presión, humedad, cantidad de reactivos, etc.
- f. Instrumentación: Deberán ser analizadas las funciones específicas de cada aparato o instrumento que permiten su utilización dentro del procedimiento seleccionado. Además deberá incluirse por lo menos una figura o diagrama de la instrumentación justificada.

### **2.3.3 Métodos Alternos**

- a. En esta sección se mencionarán los posibles métodos alternos a la práctica realizada según sus objetivos.
- b. La estructura de cada método alternativo será la misma que para la Justificación del Método descrita en inciso 2.3.2
- c. El análisis los métodos alternos podrá enfocarse a la combinación de las siguientes variantes:
  - i. Medición las mismas o diferentes variables en el laboratorio.
  - ii. Uso de los mismos o diferentes reactivos de la práctica.
  - iii. Uso de las mismas o diferentes condiciones y/o recursos del laboratorio.
  - iv. Uso de la misma o diferente instrumentación de medición y/o control.
  - v. Uso del mismo o diferente procesamiento de datos.

### **2.3.4 Aplicaciones Industriales**

- a. En esta sección se mencionará las aplicaciones industriales de la cuantificación del fenómeno estudiado.
- b. Se hará énfasis en que exista relación de la aplicación industrial propuesta con el fenómeno estudiado en la práctica del laboratorio.
- c. Se calificará la creatividad y el criterio de los estudiantes en la elaboración de esta sección, por lo que se recomienda el uso de diagramas y figuras que expliquen de mejor manera las aplicaciones industriales propuestas.

## **Capítulo 3 "Evaluaciones"**

### **3.1 Exámenes cortos**

#### **3.1.1 Aspectos generales**

- a. Se realizarán 8 exámenes cortos, uno al inicio de cada práctica que evalúan el contenido de las mismas, los cuales se describen en los siguientes puntos.
- b. Para que tenga validez el examen corto deberá adjuntarse la Hoja de Cálculo de Reactivos que se mencionó anteriormente.
- c. El formato de la Hoja de Examen corto se encuentra en las partes subsiguientes de este manual (ver índice).
- d. El examen corto deberá aprobarse con una nota mayor o igual a 30 puntos para que tenga validez su respectivo post reporte.

### 3.1.2 Principios teóricos

- a. Incluyen leyes, teorías, principios y postulados teóricos en los que se fundamenta la práctica a realizar.
- b. En la parte final de cada práctica escrita en el instructivo se incluyen temas sugeridos por los cuales podrá empezar a estudiar el fenómeno. Esta no es una lista completa de temas sino una guía para comenzar el estudio requerido para luego profundizar correctamente en el fenómeno.

### 3.1.3 Justificación del Método

- a. Generalidades: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada se evaluará de forma general el método a utilizarse. En esta sección se enumerará la facilidad de uso a nivel laboratorio, cristalería, reactivos, errores sistemáticos posibles, variables cuantificadas y la relación entre dichas variables con el procedimiento realizado.
- b. Procedimiento: Deberán ser analizados cada uno de los pasos del procedimiento realizado en la práctica incluyendo los diagramas que se considere necesario.
- c. Reactivos: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada serán evaluados los reactivos de la siguiente manera:
  - i. Naturaleza molecular: Se justificará la elección de los reactivos utilizados de acuerdo con la estructura química molecular y se relacionará dicha justificación con los objetivos de la práctica. Deberá añadirse a esta justificación una figura de la estructura molecular de su respectivo reactivo.
  - ii. Concentraciones: Se justificará la elección de las concentraciones en las soluciones de los reactivos de acuerdo a los objetivos de la práctica y el método de cálculo utilizado, si aplica.
- d. Otras variables de control: Deberán justificarse otras variables de control del procedimiento como temperatura, presión, humedad, cantidad de reactivos, etc.
- e. Instrumentación: Deberán ser analizadas las funciones específicas de cada aparato o instrumento que permiten su utilización dentro del procedimiento seleccionado. Además deberá incluirse por lo menos una figura o diagrama de la instrumentación justificada.
- f. Métodos alternos: En esta sección se mencionarán los posibles métodos alternos a la práctica realizada según sus objetivos. La estructura de evaluación de cada método alternativo será la misma que para la justificación del método para la práctica a realizar. El análisis los métodos alternos podrá enfocarse a la combinación de las siguientes variantes:
  - i. Medición las mismas o diferentes variables en el laboratorio.
  - ii. Uso de los mismos o diferentes reactivos de la práctica.
  - iii. Uso de las mismas o diferentes condiciones y/o recursos del laboratorio.
  - iv. Uso de la misma o diferente instrumentación de medición y/o control.
  - v. Uso del mismo o diferente procesamiento de datos.

### 3.1.4 Parámetros

- a. Fundamento teórico: Se describirán las deducciones, relaciones gráficas y ecuaciones que cuantifican el procedimiento que se halla utilizado en la práctica. Además se argumentará y fundamentará la aplicación del método de cálculo utilizado a las condiciones del laboratorio y los objetivos de la práctica.
- b. Parámetros de control: Abarcará todas aquellas variables y/o condiciones que se fijan para medir otras del fenómeno estudiado.
- c. Parámetros de medición: Abarcará todas aquellas variables y/o condiciones que miden las variables del fenómeno estudiado en función de las variables de control fijadas con anterioridad.

### 3.2 Exámenes parciales

- a. Se realizarán dos evaluaciones parciales, una por cada fase del curso y se llevarán a cabo según la programación inicial.
- b. Estas evaluaciones tendrán por objetivo cubrir el contenido de cada fase y podrán ser teóricas o prácticas.
- c. Para el desarrollo de estas evaluaciones se permitirá únicamente el uso de los siguientes implementos:
  - i. Calculadora
  - ii. Lapicero y/o lápiz
  - iii. Regla
  - iv. Papel milimetrado
  - v. Formulario oficial del Laboratorio de Físicoquímica, presente en este manual (ver índice)
- d. Cualquier objeto adicional que use el estudiante se asumirá como de mala intención y podrá llegar hasta la anulación de la evaluación.

### 3.3 Presentación del Informe Técnico Final

- a. La presentación será una exposición verbal de carácter formal y de tipo académico.
- b. Los integrantes cada grupo de trabajo organizará y realizará la presentación o ante un cuerpo examinador y el resto de los integrantes de la sección respectiva, en un evento dinámico que llamará a la participación activa de los asistentes.
- c. Se realizará una presentación durante el desarrollo del curso. Es la actividad más importante del laboratorio, donde los estudiantes deberán presentar los resultados de una de las prácticas realizadas en el laboratorio, utilizando los medios auxiliares que consideren necesarios para la presentación (computador, proyector multimedia, retroproyector, pantalla, puntero).
- d. Será responsabilidad exclusiva de cada grupo de trabajo conseguir y utilizar los requerimientos auxiliares que consideren necesarios para la presentación. (salón, computador, proyector multimedia, retroproyector, pantalla, puntero).
- e. Esta presentación grupal se realizará frente al el cuerpo de profesores del curso así como los demás integrantes de la sección del laboratorio si los medios físicos lo permiten. La asistencia y participación es obligatoria y se observarán y evaluarán los aspectos siguientes:

Área	Aspecto	Ponderación
<b>Individual (4)</b>	Habilidad verbal	1
	Expresión corporal	1
	Dominio del tema	1
	Respuesta a preguntas	1
<b>Grupal (6)</b>	Coordinación y sincronía	3
	Calidad de la presentación	3
<b>TOTAL</b>		10

- f. Una descripción más precisa de cada aspecto se podrá acceder con la hoja oficial de evaluación presente en este manual (ver índice).

### **3.4 Examen final**

- a. Se realizará una evaluación final, la cual tiene por objetivo abarcar la totalidad del curso.
- b. La fecha, hora y lugar de esta evaluación se sujetará a lo dispuesto en el calendario oficial de la Facultad de Ingeniería de la USAC dado por Centro de Cálculo e Investigación Educativa.
- c. El examen final se aprobará con el 30% de la nota mínima, el estudiante que no llegue a esa nota no le tomará como válido el examen (la nota será cero).

## **TITULO IV DIPOSICIONES FINALES**

### **Capítulo Único**

#### **1.1 Sitio web**

- a. El sitio web al que se hace referencia es el vehículo de comunicación entre la cátedra y los estudiantes, y deberá ser consultado antes y después de cada práctica experimental.
- b. La información en el sitio web del curso será asumida como conocida por todos los estudiantes inmediatamente después de su ingreso.

#### **1.2 Disposiciones del normativo**

- a. El estudiante deberá conocer, y poner en práctica las normas de comportamiento establecidas en este documento. El conocerlas implica su aceptación
- b. El presente normativo deberá ser revisado y actualizado por lo menos cada ciclo lectivo por el claustro de catedráticos del Área de Físicoquímica.
- c. Cualquier otra situación no prevista en este normativo, será resuelta de acuerdo con las normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Ingeniería.

# Instructivo de Prácticas de Laboratorio

## Práctica No. 1 "Electroquímica"

### Objetivos

1. Analizar el comportamiento de la fuerza electromotriz para diversas reacciones electroquímicas.
2. Analizar el comportamiento de la fuerza electromotriz en función de la temperatura.

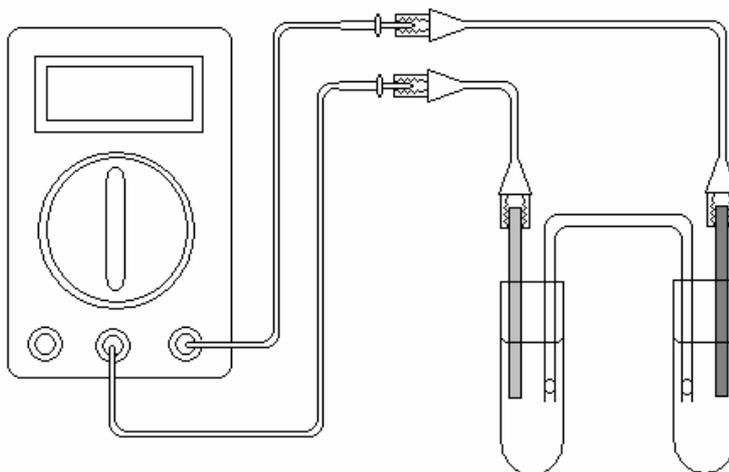
### Procedimiento

#### PUENTE SALINO

1. Se calienta a ebullición 100 ml de  $\text{KNO}_3$  0.1M.
2. Se adiciona 1 gramo de agar-agar agitando constantemente hasta que se disuelva el agar.
3. Dejar enfriar la solución anterior hasta una temperatura inferior a  $60^\circ\text{C}$  para luego verterla en los tubos en U, dejando un espacio de aire en cada extremo y dejar enfriar.
4. Colocar tapones de algodón.

#### CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA

1. Preparar una solución de 50 ml de  $\text{SnCl}_2$  0.5 M y colocarla en un tubo de ensayo.
2. Preparar una solución de 50 ml de  $\text{CuCl}_2$  0.5 M y colocarla en un tubo de ensayo.
3. Conectar en cada lagarto los electrodos de estaño y cobre.
4. Limpiar los electrodos con una lija de agua.
5. Introducir los electrodos en las soluciones. La pieza de estaño en la solución de estaño y la de cobre en la solución de cobre.
6. Conectar los electrodos al voltímetro.
7. Colocar el puente salino y leer el voltaje en el voltímetro. Si la lectura inicial fue negativa, invierta las conexiones en el voltímetro.



8. Repetir las lecturas de voltaje a  $40^\circ\text{C}$ ,  $35^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ,  $15^\circ\text{C}$  y  $10^\circ\text{C}$ , colocando los tubos (celdas) en un beacker conteniendo agua para calentar suavemente o en hielo para enfriar.

**Reportar**

1. Gráfica del valor de la Fuerza electromotriz de la celda a cada temperatura de trabajo.
2. Gráfica del valor de  $\Delta G$  de la celda a cada temperatura de trabajo.
3.  $\Delta S$  de reacción a 298K.
4.  $\Delta H$  de reacción a 298K.
5. Constante de equilibrio a 298K.

**Temas sugeridos:**

Celdas electroquímicas y galvánicas, Baterías, Circuitos eléctricos, Electroquímica, Termodinámica.

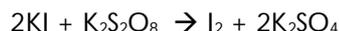
**Nota:**

Traer hielo.

## Práctica No. 2 "Cinética Química"

### Objetivos

1. Analizar el comportamiento de una reacción de velocidad fácilmente medible, la oxidación de yoduro o yodo con persulfato.



2. Apreciar el efecto causado sobre la cinética de reacción por el catalizador y el efecto salino.

### Procedimiento

1. Prepare el indicador de *almidón* y una solución de 500 ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.1 M.
2. Prepare directamente las siguientes soluciones según el siguiente cuadro:

No.	Compuesto	Concentración	Volumen de solución
1	KI	0.2 M	250ml
2	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.1 M	250 ml

3. Prepare por dilución (de las soluciones anteriores) las siguientes soluciones según el siguiente cuadro:

Caso	Pareja de soluciones No.	Compuestos				Volumen de solución
		Soluto 1 (Diluido)		Soluto 2 (Agregado)		
I. Constante cinética y Orden de Reacción	1.1	KI	0.20 M	-	-	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.10 M	-	-	50 ml
	1.2	KI	0.01 M	-	-	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.05 M	-	-	50 ml
II. Efecto del Catalizador	2.1	KI	0.02 M	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	$2 \times 10^{-4} \text{M}$	50 ml
		$\text{K}_2\text{SO}_8$	0.01 M	-	-	50 ml
	2.2	KI	0.02 M	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	$4 \times 10^{-4} \text{M}$	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.01 M	-	-	50 ml
	2.3	KI	0.02 M	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	$8 \times 10^{-4} \text{M}$	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.01 M	-	-	50 ml
III. Efecto Salino	3.1	KI	0.04 M	KCl	0.5 M	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.02 M	-	-	50 ml
	3.2	KI	0.04 M	KCl	1.0 M	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.02 M	-	-	50 ml
	3.2	KI	0.04 M	KCl	1.5 M	50 ml
		$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	0.02 M	-	-	50 ml

4. Mezcle con vigorosa y equitativa agitación las respectivas parejas de soluciones en un earlenmeyer de 250ml, agregando primero la solución de yoduro y luego empezar a medir el tiempo al agregar la solución de persulfato.
5. Tomar 6 muestras de 10 ml a intervalos de 5 minutos
6. Titular inmediatamente en baño de hielo y de forma rápida con tiosulfato el yodo liberado. Agregue el almidón cerca del punto final y anote el gasto volumétrico desde que el color azul permanezca constante. Tratar en lo posible conservar la temperatura del almidón entre 58-60°C.

**Reportar**

1. Constante cinética, órdenes parciales y orden global de reacción para cada pareja de soluciones mezcladas. (Sugerencia: Utilice el *método integral con una suma de órdenes menor o igual a 2*).
2. Justificándose en los resultados anteriores, proponga un mecanismo de reacción y un complejo activado para cada *Caso*.

**Temas sugeridos:**

Análisis cuantitativo, Cinética de reacción química, Química inorgánica, Mecanismos de reacciones inorgánicas compuestas, Métodos de análisis, Teoría cinético-molecular, Teoría del complejo activado, Movimiento browniano, Elementos de Ingeniería en las reacciones químicas.

**Nota:**

Traer hielo.

### Práctica No. 3 "Equilibrio de fases binario: líquido-vapor"

#### Objetivos

1. Analizar el equilibrio de fases líquido – vapor de una mezcla binaria a presión constante.
2. Evaluar la idealidad o no idealidad de la disolución utilizada y su efecto en el diagrama de fases.

#### Procedimiento

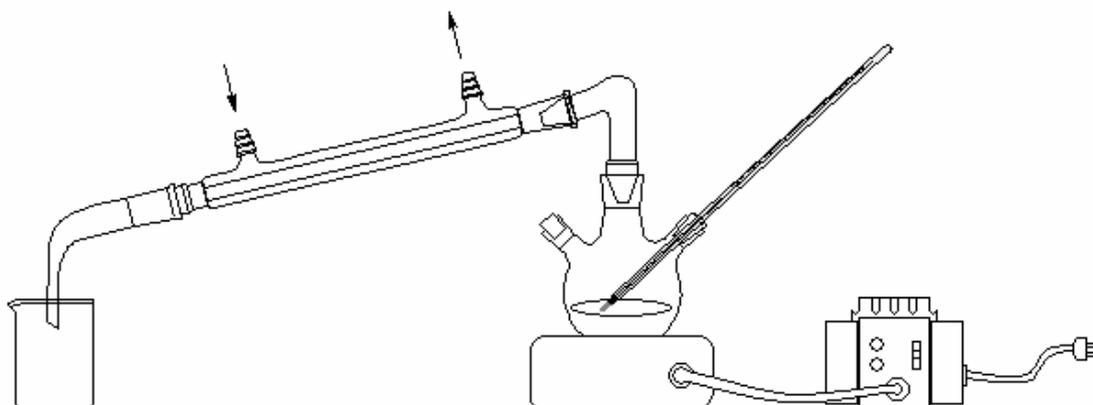
##### CURVA DE CALIBRACIÓN

1. Medir la densidad de las siguientes soluciones utilizando un picnómetro a temperatura ambiente. Recuerde anotar la tara, el volumen y la incertidumbre del instrumento.

Mezcla No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A: Acetona (ml)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B: Cloroformo (ml)	9	8	7	6	5	4	3	2	1

##### DIAGRAMA DE FASES

1. Armar el equipo de destilación.



2. Colocar una mezcla de 10 ml del compuesto A y 40 ml del compuesto B en el balón de tres bocas.
3. Ajuste el reóstato de la chaqueta a un máximo de 80% de voltaje.
4. Llevar la mezcla anterior a ebullición y anotar la temperatura.
5. Enfrie lentamente los recipientes del destilado y remanente a temperatura ambiente.
6. Tomar una muestra del destilado y remanente del líquido del balón, y determinar sus densidades con un picnómetro. Recuerde anotar la tara, el volumen y la incertidumbre del instrumento.
7. Devuelva el la muestra de remanente líquido al balón de tres bocas y deseche la muestra de destilado.
8. Repetir el procedimiento hasta obtener los datos necesarios para la primera parte del diagrama de fases del sistema (hasta que la densidad del destilado sea igual a la del líquido remanente).

9. Limpiar el equipo y repetir el procedimiento, con una mezcla inicial de 10 ml del compuesto B y 40 ml del compuesto A.

### **Reportar**

1. Gráfica de la curva de calibración de densidad de la mezcla a las diferentes concentraciones en fracción molar del compuesto más volátil.
2. Gráfica experimental del diagrama de fases con fracción molar del compuesto más volátil.
3. Gráfica teórica del diagrama de fases con fracción molar del compuesto más volátil según la ley de Raoult.
4. Justificándose en la gráfica anterior, discutir acerca de la idealidad o no idealidad de la disolución utilizada y su efecto en el diagrama de fases tomando como base las relaciones intermoleculares entre el Cloroformo y la Acetona.

### **Temas sugeridos:**

Equilibrio de fases líquido-vapor, Destilación, Separación por destilación, Transferencia de masa, Soluciones ideales y no ideales, Métodos para corrección de la no idealidad de las soluciones.

## Práctica No. 4 "Bromación de la acetona"

### Objetivos

1. Analizar la cinética de la reacción de la bromación de la acetona.
2. Utilizar el método de velocidades iniciales para la determinación de pseudo órdenes de reacción y orden total.
3. Verificar el comportamiento independiente de la cinética de la reacción respecto la concentración del halógeno.
4. Utilizar un espectrofotómetro para analizar una reacción con características fotométricas trazables.

### Procedimiento

1. Prepare directamente las siguientes soluciones acuosas:

No.	Compuesto	Concentración	Volumen de solución
1	Acetona	6.00 M	100 ml
2	HCl	1.00 M	100 ml
3	Br <sub>2</sub>	0.04 M	100 ml

2. Asegúrese de mantener todos los balones siempre tapados y los que contienen bromo deberán cubrirse totalmente con papel aluminio.
3. Preparar por dilución (de las soluciones anteriores) las siguientes soluciones:

No.	Compuesto	Concentración	Volumen de solución
1	Acetona	3.00 M	25 ml
2	Acetona	1.50 M	25 ml
3	Acetona	0.60 M	25 ml
4	HCl	0.10 M	25 ml
5	HCl	0.50 M	25 ml
6	HCl	0.75 M	25 ml
7	Br <sub>2</sub>	0.0300 M	25 ml
8	Br <sub>2</sub>	0.0150 M	25 ml
9	Br <sub>2</sub>	0.0075 M	25 ml

### CALIBRACIÓN

1. Tomar una alícuota de la solución estándar de bromo y colocarla en una celda del espectrofotómetro, e inmediatamente taparla. Dar lectura a 3 distintas longitudes de onda de donde se conozca su índice de absorbancia, calibrando con agua destilada para cada lectura.
2. Obtener de las lecturas 3 valores de concentración (según los índices de absorbancia conocidos). Comparar cada valor con la concentración real de Br<sub>2</sub> y trabajar con la longitud de onda que presente la menor desviación.

### CINÉTICA DE REACCIÓN DE BROMACIÓN DE LA ACETONA

1. Agregar 3 ml de cada solución indicada para cada corrida en un beacker, tomando el tiempo desde que se agrega la solución respectiva de bromo, que es la última en agregarse, agitar levemente y tapar el beacker con papel parafilm.
2. Mantener la mezcla por 60 segundos. Luego de los 60 segundos, agregar parte de la mezcla a una de las celdas del espectrofotómetro y leer el porcentaje de transmitancia.
3. Para las corridas que requirieron diluciones, usar siempre el mismo volumen de 3 ml de

alícuota agregada. El resto del volumen no utilizado debe permanecer tapado hasta que se deseche. Mantener siempre tapadas las soluciones de Br<sub>2</sub>, tanto las que se encuentran en los beakers como las que se encuentran en las celdas.

Parámetro	Corrida	Acetona	HCl	Br <sub>2</sub>
$\Delta[\text{Br}_2]$	1.1	6.0 M	1.00 M	0.03 M
	1.2	6.0 M	1.00 M	0.015 M
	1.3	6.0 M	1.00 M	0.0075 M
$\Delta[\text{Acetona}]$	2.1	0.6 M	1.00 M	0.03 M
	2.2	1.5 M	1.00 M	0.03 M
	2.3	3.0 M	1.00 M	0.03 M
$\Delta[\text{HCl}]$	3.1	6.0 M	0.10 M	0.03 M
	3.2	6.0 M	0.50 M	0.03 M
	3.3	6.0 M	0.75 M	0.03 M

### Reportar

1. Orden de reacción respecto a la acetona, HCl y Br<sub>2</sub>.
2. Orden global de la reacción.
3. Constante cinética de la reacción.
4. Mecanismo de la bromación explicado y justificado a través de los resultados de la cinética.

### Temas sugeridos

Cinética de reacción química, Química Orgánica, Métodos de análisis, Método de Aislamiento de Ostwald, Teoría cinético-molecular, Teoría del complejo activado. Análisis Instrumental.

## Práctica No. 5 "Equilibrio de fases ternario: líquido – líquido"

### Objetivos

1. Analizar el equilibrio ternario entre líquidos.
2. Aprender el uso del diagrama triangular.

### Procedimiento

#### PRIMERA PARTE

1. Preparar las siguientes mezclas en tubos de ensayo con rosca y tapadera.

Mezcla No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A: Agua (ml)	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0
B: Tolueno (ml)	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0

2. Agregar gota a gota el compuesto C: Ácido acético con una bureta de 25 ml, hasta que se presente o desaparezca la turbidez, según sea el caso. Puede agitar las soluciones si es necesario. Anote el gasto volumétrico del compuesto C.
3. Graficar la curva de solubilidad en el laboratorio.

#### SEGUNDA PARTE

1. Preparar y estandarizar una solución de 500 ml de NaOH 1N.
2. Escoger tres puntos dentro del domo trazado por la curva de solubilidad y reproducirlos en un volumen de 40 ml. Anotar los volúmenes agregados de cada componente.
3. Dejar decantar estas mezclas en las ampollas de decantación por 15 o 20 minutos.
4. Separar totalmente las fases de cada mezcla.
5. Medir el volumen de cada fase y pesarla.
6. Tomar una alícuota de 5 ml de la fase acuosa y titularla con NaOH 1.0N.

### Reportar

1. Gráfica del diagrama ternario triangular.
2. Gráfica de la línea de equilibrio termodinámico de las dos fases.
3. Curvas de unión y el punto de pliegue en el diagrama ternario triangular.
4. Coeficientes de distribución.

### Temas sugeridos

Equilibrio de fases ternario líquido – líquido, Líneas de equilibrio termodinámico (LET), Transferencia de Masa, Extracción líquido – líquido. Lixiviación.

## Práctica No. 6 "Equilibrio de fases: sólido-líquido"

### Objetivos

1. Analizar el equilibrio de fases sólido – líquido por medio del análisis térmico de los puntos de congelación de mezcla de composición conocida.

### Procedimiento

1. Preparar en tubos de ensayo gruesos las siguientes mezclas: Utilizar mascarilla para evitar la entrada de polvo de  $\square$ -Naftol o Naftaleno al sistema respiratorio.

Mezcla No.	1	2	3	4	5	6	7
$\square$ -Naftol (g)	0.63	1.00	1.25	1.50	1.68	1.88	2.20
Naftaleno(g)	1.87	1.5	1.25	1.00	0.82	0.62	0.30

2. Sellar bien cada tubo con un tapón y un termómetro.
3. Calentar cada tubo en baño de María (con un beacker de 400ml) hasta la fusión completa del sólido, registrar la temperatura de fusión.
4. Colocar cada tubo de ensayo en un beacker conteniendo agua con hielo.
5. Tomar la temperatura cada 30 segundos, si es posible llegar a temperaturas menores de 30°C.
6. Limpiar cuidadosamente cada tubo de ensayo con el siguiente procedimiento:
  - i. Dejar aproximadamente 5ml de acetona en el interior del tubo de ensayo por 1 minutos.
  - ii. Desaguar con agua a punto de ebullición.
  - iii. Con el tubo de ensayo húmedo terminar de raspar los restos de la mezcla con una muesca.

### Reportar

1. Curvas de enfriamiento temperatura de la mezcla a cada intervalor de tiempo para cada fracción molar de naftaleno.
2. Diagrama de fases del sistema indicando sus partes.
3. La temperatura eutéctica ( $T_e$ ) y la fracción molar eutéctica ( $X_{e,Naf.}$ ).

### Temas sugeridos

Equilibrio de fases sólido líquido, proceso de solidificación y nucleación, Diagramas eutéticos y peritéticos, Reacciones peritéticas, Aleaciones, Metalurgia, Ciencia de materiales.

### Nota

Traer hielo.

## Práctica No. 7 "Cinética de reacción: azul de metileno – ácido ascórbico"

### Objetivos

1. Analizar la cinética de la reacción compleja, azul de metileno – ácido ascórbico.
2. Evaluar el efecto del solvente y la temperatura, en la cinética y el mecanismo de una reacción compleja.

### Procedimiento

1. Prepare y estandarice una solución de 1000 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.6 M.
2. Prepare una solución de relleno de azul de metileno 0.05M.

### CONSTANTE CINÉTICA Y ORDEN DE REACCIÓN

1. Prepare las siguientes soluciones:

Solución No.	Compuesto	Concentración	Aforada con:	Volumen
1.1.1	Azul de Metileno	$2.0 \times 10^{-5}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ 0.6 M	500 ml
1.2.1	Ácido Ascórbico	0.01 M	Agua	25 ml
1.2.2	Ácido Ascórbico	0.02 M	Agua	25 ml
1.2.3	Ácido Ascórbico	0.03 M	Agua	25 ml
1.2.4	Ácido Ascórbico	0.04 M	Agua	25 ml
1.2.5	Ácido Ascórbico	0.05 M	Agua	25 ml

2. Agregue 10 ml de Azul de Metileno en un tubo de ensayo que contenga 10 ml de cada solución de Ácido ascórbico y observe el decoloramiento de dicha solución.
3. Al mismo tiempo anote el tiempo que tarda en realizarse dicha decoloración. Tome como referencia un color azul pálido constante.
4. Prepare las siguientes soluciones:

Solución No.	Compuesto	Concentración	Aforada con:	Volumen
2.1.1	Ácido Ascórbico	0.03 M	$\text{H}_2\text{SO}_4$ 0.6 M	250 ml
2.2.1	Azul de Metileno	$4.00 \times 10^{-6}$	Agua	25 ml
2.2.2	Azul de Metileno	$8.00 \times 10^{-6}$	Agua	25 ml
2.2.3	Azul de Metileno	$1.20 \times 10^{-5}$	Agua	25 ml
2.2.4	Azul de Metileno	$1.60 \times 10^{-5}$	Agua	25 ml
2.2.5	Azul de Metileno	$2.00 \times 10^{-5}$	Agua	25 ml

5. Agregue 10 ml de Ácido Ascórbico en un tubo de ensayo que contenga 10 ml de cada solución de Azul de Metileno y observe el decoloramiento de dicha solución. Al mismo tiempo anote el tiempo que tarda en realizarse dicha decoloración. Tome como referencia un color azul pálido constante.

### Reportar

1. Orden de reacción respecto del Azul de Metileno, Ácido Ascórbico y global.
2. Constante cinética de reacción
3. Mecanismo de reacción explicado y justificado a través de los resultados de la cinética.

## EFECTO DE LA TEMPERATURA

1. Repita el procedimiento anterior a 310K y luego a 325K, tomando en cuenta para los cálculos la corrida realizada a 298 K en la primera parte.

### Reportar

1. Orden de reacción respecto del Azul de Metileno, Ácido Ascórbico y global, para cada temperatura de trabajo.
2. Constante cinética de reacción, para cada temperatura de trabajo.
3. Evaluar y discutir el efecto de la temperatura en los resultados anteriores.
4. Evaluar y discutir el efecto de la temperatura en el mecanismo de reacción.
5. Energía de activación de Arrhenius.
6.  $\Delta H$  de Reacción
7.  $\Delta S$  de Reacción

## EFECTO DEL SOLVENTE

1. Prepare las siguientes soluciones:

Solución No.	Compuesto	Concentración	Aforada con:	Volumen
1.1.1	Azul de Metileno	$2.0 \times 10^{-5}$	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.6 M	500 ml
1.2.1	Ácido Ascórbico	0.01 M	Metanol al 25%	25 ml
1.2.2	Ácido Ascórbico	0.02 M	Metanol al 25%	25 ml
1.2.3	Ácido Ascórbico	0.03 M	Metanol al 25%	25 ml
1.2.4	Ácido Ascórbico	0.04 M	Metanol al 25%	25 ml
1.2.5	Ácido Ascórbico	0.05 M	Metanol al 25%	25 ml

2. Agregue 10 ml de Azul de Metileno en un tubo de ensayo que contenga 10 ml de cada solución de Ácido ascórbico y observe el decoloramiento de dicha solución.
3. Al mismo tiempo anote el tiempo que tarda en realizarse dicha decoloración. Tome como referencia un color azul pálido constante.
4. Prepare las siguientes soluciones:

Solución No.	Compuesto	Concentración	Aforada con:	Volumen
2.1.1	Ácido Ascórbico	0.03 M	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.6 M	250 ml
2.2.1	Azul de Metileno	$4.00 \times 10^{-6}$	Metanol al 25%	25 ml
2.2.2	Azul de Metileno	$8.00 \times 10^{-6}$	Metanol al 25%	25 ml
2.2.3	Azul de Metileno	$1.20 \times 10^{-5}$	Metanol al 25%	25 ml
2.2.4	Azul de Metileno	$1.60 \times 10^{-5}$	Metanol al 25%	25 ml
2.2.5	Azul de Metileno	$2.00 \times 10^{-5}$	Metanol al 25%	25 ml

5. Agregue 10 ml de Ácido Ascórbico en un tubo de ensayo que contenga 10 ml de cada solución de Azul de Metileno y observe el decoloramiento de dicha solución.
6. Al mismo tiempo anote el tiempo que tarda en realizarse dicha decoloración. Tome como referencia un color azul pálido constante.

### Reportar

1. Orden de reacción respecto del Azul de Metileno, Ácido Ascórbico y global, para cada temperatura de trabajo.
2. Constante cinética de reacción.

3. Evaluar y discutir el efecto del solvente en los resultados anteriores.
4. Evaluar y discutir el efecto del solvente en el mecanismo de reacción.

**Sugerencia general:**

Utilice método diferencial para determinar los datos cinéticos.

**Temas sugeridos**

Cinética de reacción química, Métodos de análisis, Teoría cinético-molecular, Factor preexponencial, Teoría del complejo activado, Solvatación, Termodinámica.

## Práctica No. 8 "Constante de disociación ácida del Rojo de Metilo"

### Objetivos

1. Aprender la técnica de espectrofotometría visible.
2. Analizar el comportamiento de absorbancia y longitud de onda para el caso de la espectrofotometría del rojo de metilo en solución.
3. Analizar el comportamiento de absorbancia y la concentración para el caso de la espectrofotometría del rojo de metilo en solución

### Procedimiento

#### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

1. Preparar una solución de relleno utilizando 1.0 g de cristales de rojo de metilo en 300ml de etanol al 95% diluyendo a 500 ml.
2. Preparar una solución estándar de rojo de metilo añadiendo 5 ml de la solución de relleno a 50 ml de etanol al 95%.
3. Preparar una solución ácida, llamada **Solución Ácida Principal**, diluyendo una mezcla de 10ml de la solución estándar, 10 ml de HCl 0.1N y aforando a 100 ml.
4. Preparar una solución básica, llamada **Solución Básica Principal**, diluyendo una mezcla de 10ml de la solución estándar, 10 ml de Acetato de Sodio 0.1M y aforando a 100 ml.
5. Colocar una muestra de la **Solución Ácida Principal** en la celda espectrofotométrica hasta el aforo (letras OS) y medir su longitud de onda óptima. Esboce en su hoja de datos originales el trazo realizado por el espectrofotómetro.
6. Colocar una muestra de la **Solución Básica Principal** en la celda espectrofotométrica hasta el aforo (letras OS) y medir su longitud de onda óptima. Esboce en su hoja de datos originales el trazo realizado por el espectrofotómetro.

#### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

1. Preparar por dilución las siguientes soluciones de la **Solución Ácida Principal**:

Solución No.	Volumen de Solución Ácida Principal	Aforada con:	Volumen de solución	Concentración relativa
1	10 ml	HCl 0.1 N	25 ml	100 %
2	9 ml	HCl 0.1 N	25 ml	90%
3	7 ml	HCl 0.1 N	25 ml	70%
4	5 ml	HCl 0.1 N	25 ml	50%
5	3 ml	HCl 0.1 N	25 ml	30%
6	1 ml	HCl 0.1 N	25 ml	10%

2. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la **Solución Ácida Principal**.
3. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
4. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la **Solución Básica Principal**.
5. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
6. Preparar por dilución las siguientes soluciones de la **Solución Básica Principal**:

Solución No.	Volumen de solución Básica Principal	Aforada con:	Volumen de solución	Concentración relativa
1	10 ml	Acetato de sodio 0.1 M	25 ml	100 %
2	9 ml	Acetato de sodio 0.1 M	25 ml	90%
3	7 ml	Acetato de sodio 0.1 M	25 ml	70%
4	5 ml	Acetato de sodio 0.1 M	25 ml	50%
5	3 ml	Acetato de sodio 0.1 M	25 ml	30%
6	1 ml	Acetato desodio 0.1 M	25 ml	10%

7. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la **Solución Ácida Principal**.
8. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
9. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la **Solución Básica Principal**.
10. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.

#### CONSTANTE DE IONIZACIÓN DEL COLORANTE

1. Preparar por dilución 6 soluciones en el intervalo de pH de 3.5 a 11.5.
2. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la solución **Ácida Principal**.
3. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la solución **Básica Principal**.

#### Reportar

1. Gráfica de curvas espectrales indicando la longitud de onda óptima de cada solución Principal.
2. Gráfica de absorbancia a cada concentración de colorante de solución ácida y básica para cada longitud de onda.
3. Índices de absorbancia.
4.  $pK_a$  del rojo de metilo.

#### Temas sugeridos

Análisis Instrumental, Bioquímica, Iones Zwitterion, Indicadores visuales y su estructura molecular.

# Elementos del Análisis de Error

---

## Objetivos

1. Entender el concepto, sus partes y la importancia del análisis de error
2. Evaluar la precisión y exactitud de cualquier método para hallar determinada variable puntual o relación gráfica.
3. Aplicar el criterio de experimentador para poder evaluar el método en sí según los resultados obtenidos de precisión y exactitud.

## Generalidades

La tarea básica del experimentador consiste en la medida de magnitudes con objeto, tanto de establecer nuevas leyes como de comprobar la validez de otras previamente establecidas.

El proceso de medición introduce inevitablemente errores o imprecisiones en los resultados, debido fundamentalmente a dos factores:

1. Imperfecciones del aparato de medida.
2. Limitaciones atribuibles al experimentador.

Los errores del primer tipo son siempre inevitables, dado que no existe ningún aparato absolutamente perfecto. Los que se deben a la impericia del observador deben ser, si no eliminados, al menos reducido cuanto sea posible.

Del nivel de imprecisión presente en una medición pueden muchas veces deducirse diferentes resultados en un experimento. Por ello, tan importante como el valor medido es dar una estimación del error cometido en su obtención. Esta sección se dedica fundamentalmente a sugerir técnicas para llevar a cabo esta asignación. Todas ellas persiguen uno de estos dos objetivos:

1. Estimar razonablemente los errores que no se pueden evitar.
2. Reducir en lo posible la influencia de los errores accidentales.

## Conceptos fundamentales

### 1. Error absoluto

Por definición, si se mide una magnitud cuyo valor verdadero es  $M_v$ , y cuyo valor medido es  $M$ , el error absoluto cometido es:

$$\varepsilon = |M - M_v|$$

Obviamente  $M$ , no es conocido, de modo que el valor de  $\varepsilon$  debe ser simplemente estimado, según técnicas que se explicarán más adelante.

### 2. Error relativo

Se define también el error relativo en la medida en la forma

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{M}$$

El error relativo viene expresado en tanto por uno, o bien en tanto por ciento. Así, la medición  $M = 86 \pm 7$  tiene un error relativo de  $7/86=0.08$  o, mejor, del 8%

Mientras el error absoluto nos muestra, en términos absolutos, el error cometido. El error relativo nos revela la "importancia" relativa de ese error

EJEMPLO

Medidas	Medida 1	Medida 2
Error absoluto	1,000	1,000
Valor esperado	100,000	1,000,000
Error relativo	0.1 = 10%	0.01 = 1%

Las dos medidas tienen el mismo error absoluto. Sin embargo en relación al valor de la magnitud medida el error cometido en la medida 2 es una centésima, mientras en la medida primera es mayor (una décima)

### 3. Expresión del resultado de la medida

Si  $M$  es el valor de la magnitud medida que considera cierto (esperado) y  $e$  es el error cometido en la determinación de la misma la medida puede ser expresado por

$$M \pm e$$

lo que significa que el valor de la magnitud se supone comprendido entre

$$M + e \text{ y } M - e$$

Para una correcta expresión deben seguirse las siguientes normas:

- Se redondeará e por exceso hasta que tenga una sola cifra significativa (se permiten dos cifras si la primera de ellas es un '1'). Recordar que los ceros a la izquierda no son cifras significativas.
- A continuación se redondeará  $M$  al mismo orden de magnitud que  $e$ .
- Esta última regla tiene por objeto suprimir un número no significativo de decimales: resulta absurdo, por ejemplo, pretender dar la distancia entre dos poblaciones con una precisión de centímetros cuando se ha efectuado la medición con el cuentakilómetros de un automóvil.

### Tipos de errores experimentales

#### A. Errores de Precisión en Incertidumbres

Una asignación razonable de errores a las magnitudes medidas depende de numerosos factores que no se pueden especificar aquí en detalle. Sin embargo, como norma general, dependerá de si las mediciones se efectúan directamente o si se obtienen tras la aplicación de relaciones matemáticas entre otros valores previamente medidos (medidas indirectas).

## 1. Medidas directas – Incertidumbre absoluta directa

Si se mide directamente una magnitud mediante un aparato de medida (una regla, un cronómetro, una balanza, etc.) se dará el resultado en la forma

$$M_0 \pm \varepsilon_0$$

donde  $M_0$ , es el valor que proporciona el aparato y donde el error  $\varepsilon_0$  será normalmente la sensibilidad del aparato, esto es, el menor intervalo discernible con su escala. A este se error se le llamará *incertidumbre absoluta directa*. Así, por ejemplo, la sensibilidad de una regla graduada en milímetros es, precisamente, 0.5mm. La regla general precedente debe ser aplicada con cuidado. A menudo las características del experimentador introducen claramente imprecisiones superiores a la sensibilidad de los aparatos. En tales casos no existen estrategias generales de asignación de errores, por lo que es el propio experimentador quien debe hacer estimaciones razonables de los errores cometidos.

### EJEMPLO

Cuando se miden tiempos con un cronómetro de 0.01 segundos de sensibilidad, la limitación principal no es la precisión del aparato, sino los errores de sincronización, propios del experimentador, en los instantes en que se accionan los pulsadores, y que se cifran en no menos de 0.2 - 0.3 segundos. Es este el error que se debe asignar a las mediciones de este tipo.

## 2. Medidas indirectas y propagación de errores – Incertidumbre absoluta

A menudo la magnitud que se busca ( $y$ ) ha de obtenerse en función de otras ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) por medio de alguna fórmula conocida:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad [1]$$

Naturalmente las magnitudes  $x_1, x_2, \dots, x_n$  tendrán sus propias incertidumbres  $e_1, e_2, \dots, e_n$ , que se traducirán en un error para  $y$ . La regla habitual para obtener éste, consiste, en calcular la diferencial de la expresión [1], tomando  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , como variables, y asimilar sus diferenciales a los errores respectivos. Más adelante se verá este procedimiento, entretanto es necesario aclarar algunos puntos:

- Si en la diferencial de [1] aparecen varios términos que se suman o restan se asignará a todos ellos signo positivo para que, como es lógico, las incertidumbres se acumulen en vez de tender a cancelarse.
- Si hay un solo término (monomio) suele ser más sencillo calcular la diferencial del logaritmo neperiano de la expresión [1]. Este procedimiento es totalmente equivalente al anterior.
- Las constantes numéricas y las magnitudes que se supongan conocidas con precisión completa se tratarán como constantes en el proceso de derivación.
- Si aparecen ángulos en la fórmula es imprescindible expresarlos en radianes (lo mismo que sus errores), la unidad natural para ángulos.

### PROCEDIMIENTO

Para cualquier

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad [1.1]$$

Donde  $x_n$  es la  $n$ ésima variable, su incertidumbre está dada por la siguiente ecuación:

$$\Delta f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \left| \partial_{x_i} (f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)) \right| \times \Delta x_i \quad [1.2]$$

Donde  $i$  es la  $i$ -ésima iteración y  $\Delta x_i$  es la  $i$ -ésima incertidumbre de la  $i$ -ésima variable de la función  $f$ .

EJEMPLO

Incertidumbre de la composición de naftaleno en fracción mol. Según la ecuación 1.2

$$x_1 = \frac{\frac{m_1}{PM_{m_1}}}{\frac{m_1}{PM_{m_1}} + \frac{m_2}{PM_{m_2}}} \quad [1.3]$$

Donde:

$x_1$  = fracción molar del componente 1

$m_1$  = masa del componente 1

$m_2$  = masa del componente 2

$PM_{m_1}$  = peso molecular del componente 1

$PM_{m_2}$  = peso molecular del componente 2

Fracción mol respecto del Naftaleno, Naftaleno 1.88 g y  $\alpha$ -Naftol 0.62 g, Incertidumbre absoluta directa de la balanza  $\pm 0.005g$ .

$$x_1 = \frac{\frac{1.88g}{128.16 \text{ g/mol}}}{\frac{1.88g}{128.16 \text{ g/mol}} + \frac{0.62g}{144.17 \text{ g/mol}}} = 0.77$$

Por tanto su incertidumbre según la ecuación 1.1

$$\Delta x_1 = \left| \partial_{m_N} \left( \frac{\frac{m_N}{PM_N}}{\frac{m_N}{PM_N} + \frac{m_{\alpha N}}{PM_{\alpha N}}} \right) \right| \times \Delta m_N + \left| \partial_{m_{\alpha N}} \left( \frac{\frac{m_N}{PM_N}}{\frac{m_N}{PM_N} + \frac{m_{\alpha N}}{PM_{\alpha N}}} \right) \right| \times \Delta m_{\alpha N}$$

$$\Delta x_1 = \left| \left( \frac{m_{\alpha N} PM_N PM_{\alpha N}}{(m_N PM_{\alpha N} + m_{\alpha N} PM_N)^2} \right) \right| \times \Delta m_N + \left| \left( \frac{m_N PM_N PM_{\alpha N}}{(m_N PM_{\alpha N} + m_{\alpha N} PM_N)^2} \right) \right| \times \Delta m_{\alpha N}$$

$$\Delta x_1 = \left| \left( \frac{0.62g * 128.16 \text{ g/mol} * 147.17 \text{ g/mol}}{(1.88g * 147.17 \text{ g/mol} + 0.62g * 128.16 \text{ g/mol})^2} \right) \right| \times \pm 0.005g + \left| \left( \frac{1.88g * 128.16 \text{ g/mol} * 147.17 \text{ g/mol}}{(1.88g * 147.17 \text{ g/mol} + 0.62g * 128.16 \text{ g/mol})^2} \right) \right| \times \pm 0.005g$$

$$\Delta x_1 = \pm 0.001947$$

### 3. Caso especial: Medida indirecta a través de una regresión lineal – Incertidumbre absoluta del intercepto y la pendiente

Existen numerosas leyes físicas en las que se sabe de antemano que dos magnitudes X e Y se

relacionan a través de una ecuación lineal:

$$Y = mX + n$$

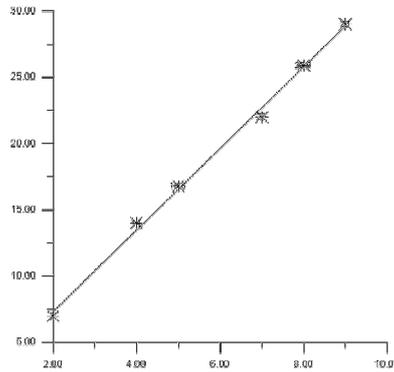
donde las constantes  $n$  (ordenada en el origen) y  $m$  (pendiente) dependen del tipo de sistema que se estudia y, a menudo, son los parámetros que se pretende encontrar.

#### EJEMPLO INICIAL

La fuerza  $F$  de tracción sobre un muelle y el alargamiento  $l$  que experimenta éste están ligadas a través de una ley lineal:

$$l = \frac{1}{k} F$$

con ordenada en el origen cero y donde el inverso de la pendiente ( $k$ ) es una característica propia de cada muelle: la llamada constante elástica del mismo.



El método más efectivo para determinar los parámetros  $m$  y  $n$  se conoce como técnica de mínimos cuadrados. Consiste en someter el sistema a diferentes condiciones, fijando para ello distintos valores de la variable independiente  $x$ , y anotando en cada caso el correspondiente valor medido para la variable dependiente  $y$ . De este modo se dispone de una serie de puntos  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  que, representados gráficamente, deberían caer sobre una línea recta. Sin embargo, los errores experimentales siempre presentes hacen que no se hallen perfectamente alineados, tal como lo muestra la figura anterior.

El método de mínimos cuadrados determina los valores de los parámetros  $m$  y  $n$  de la recta que mejor se ajusta a los datos experimentales. Sin detallar el procedimiento, se dará aquí simplemente el resultado:

$$m = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i^2) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$n = \frac{N(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

Donde  $N$  es el número de medidas y  $\Sigma$  representa la suma de todos los datos que se indican. Los

errores en las medidas, se traducirán en errores en los resultados de  $m$  y  $n$ . Se describe a continuación un método para calcular estos errores. En principio, el método de mínimos cuadrados asume que, al fijar las condiciones experimentales, los valores  $x_i$  de la variable independiente se conocen con precisión absoluta (esto generalmente no es así, pero lo aceptamos como esencial en el método). Sin embargo, las mediciones de la variable  $y$ , irán afectadas de sus errores correspondientes, si  $e$  es el valor máximo de todos estos errores, entonces se tiene que:

$$\epsilon_n = \frac{\epsilon}{\sqrt{N}}; \quad \epsilon_m = \frac{\epsilon}{\sqrt{(\sum x_i^2) - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}}$$

Se define el coeficiente de correlación  $r$  cuyo valor puede oscilar entre -1 y 1.

$$r = \frac{[N(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)]}{\sqrt{[N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2][N(\sum y_i^2) - (\sum y_i)^2]}}$$

Si  $r=-1$  todos los puntos se encuentran sobre la recta existiendo una correlación que es perfecta e inversa.

Si  $r=0$  no existe ninguna relación entre las variables.

Si  $r=1$  todos los puntos se encuentran sobre la recta existiendo una correlación que es perfecta y directa.

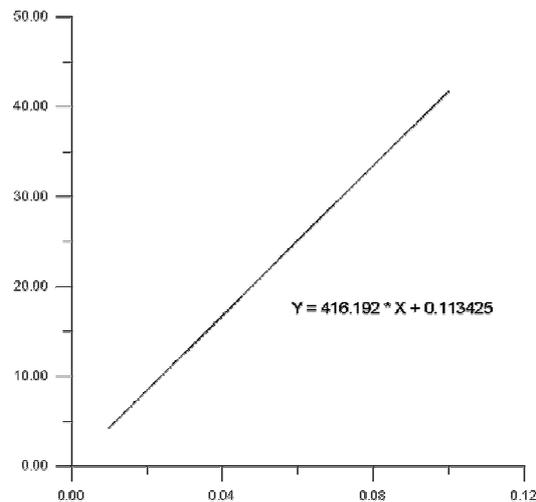
#### EJEMPLO

Supongamos un resorte sometido a tracción, se ha cargado el resorte con diferentes pesos ( $F$ , variable independiente o  $x$ ) y se han anotado los alargamientos ( $l$  variable dependiente o  $y$ )

$F(N)$	$l(mm) \pm$
0.01	$4.3 \pm 0.2$
0.02	$8.4 \pm 0.2$
0.04	$16.7 \pm 0.2$
0.06	$25.2 \pm 0.2$
0.08	$33.4 \pm 0.2$
0.10	$41.7 \pm 0.2$

Los distintos datos que se necesitan son:

$N$	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	$\sum y_i$	$\sum y_i^2$	$\sum x_i y_i$	$e$
6	0.31	0.0221	129.7	3857.43	9.233	0.2



De las expresiones anteriores se obtiene

$n$	$m$	$e_n$	$e_m$	$r$
0.113	416.192	0.082	2.564	0.9999905

Redondeando en la forma usual

$$a = 0.11 \pm 0.09 \text{ mm}$$

$$b = 416 \pm 3 \text{ mm/Kp}$$

No se debe olvidar que se persigue el valor de la constante elástica del muelle:

$$k = \frac{1}{m} = 0.002404 = 240.5 \times 10^{-5}$$

y su error se obtiene por derivación a partir del error en  $b$ :

$$e_k = \frac{e_m}{m^2} = 1.73 \times 10^{-5}$$

de modo que el valor definitivo para la constante es:

$$k = (240.4 \pm 1.8) \times 10^{-5} \text{ N/mm}$$

## B. Errores de Precisión en Dispersión de datos

Muchas magnitudes, bien por la naturaleza de la misma, o bien por la sensibilidad de los aparatos de medida, son difíciles de determinar, obteniéndose valores diferentes en sucesivas tomas de datos. Es conveniente en estos casos tener en cuenta criterios estadísticos que validen el resultado final. Deben realizarse un cierto número de medidas individuales que dependerá del grado de dispersión de las mismas. Las formas de proceder pueden ser las siguientes.

## 1. Desviación estándar o dispersión de datos

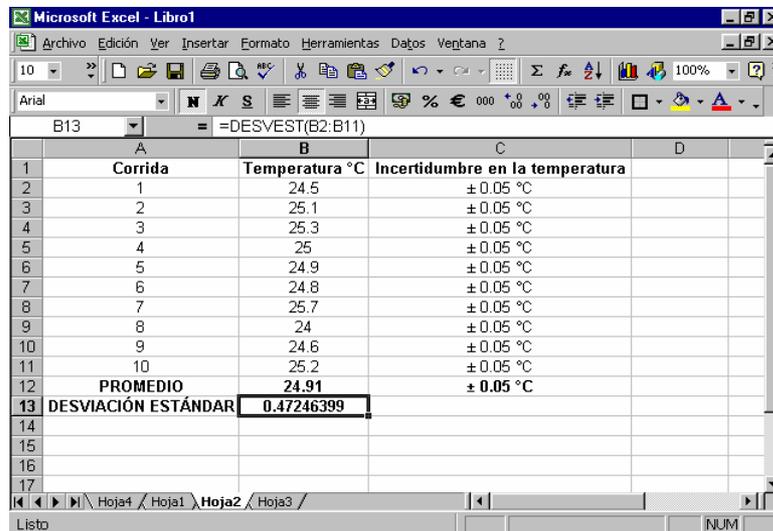
La desviación estándar puede entenderse como una medida de dispersión que representa la repetibilidad en una serie de datos. Este es un valor absoluto y real, depende exclusivamente del manejo de los instrumentos por parte de los experimentadores. Además la desviación estándar es asociada únicamente a una serie de datos de un mismo fenómeno a las mismas condiciones, de modo que la única diferencia entre un dato y otro de una misma serie es que uno se midió después del otro.

### PROCEDIMIENTO

La desviación estándar de diversos grupos de datos se puede calcular mediante el software Microsoft Excel o cualquier calculadora. Para Microsoft Excel el comando en la celda es **=DESVEST(MATRIZ)**

### EJEMPLO

Hallar la desviación estándar de la siguiente lista de temperaturas



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D
1	Corrida	Temperatura °C	Incertidumbre en la temperatura	
2	1	24.5	± 0.05 °C	
3	2	25.1	± 0.05 °C	
4	3	25.3	± 0.05 °C	
5	4	25	± 0.05 °C	
6	5	24.9	± 0.05 °C	
7	6	24.8	± 0.05 °C	
8	7	25.7	± 0.05 °C	
9	8	24	± 0.05 °C	
10	9	24.6	± 0.05 °C	
11	10	25.2	± 0.05 °C	
12	PROMEDIO	24.91	± 0.05 °C	
13	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.47246399		
14				
15				
16				
17				

## 2. Caso especial: Desviación estándar de la pendiente e intercepto de una regresión lineal – Error típico

Es una medida que representa la dispersión de la pendiente o el intercepto de una regresión lineal en una serie de parejas de datos  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  que, representados gráficamente, deberían caer sobre una línea recta. Al igual que la desviación estándar para las series de datos puntuales, este es un valor absoluto y real, depende del manejo de los instrumentos de medición por parte de los experimentadores para poder relacionar una variable de control (independiente) con una medición (dependiente) y significa lo mismo que la desviación estándar solo que este valor se utiliza para la pendiente y el intercepto de una regresión lineal.

### PROCEDIMIENTO

El error típico de la pendiente y el intercepto de una regresión lineal se puede calcular fácilmente con el uso de Microsoft Excel con los siguientes pasos:

PASO1: De la barra de menú Herramientas

PASO 2: Complementos

PASO 3: Herramientas para Análisis

PASO 4: Clic en Aceptar

PASO 5: De la barra de menú Herramientas

PASO 6: Análisis de Datos

PASO 7: Regresión

PASO 8: Insertar las columnas respectivas de x y y

PASO 9: Clic en Aceptar

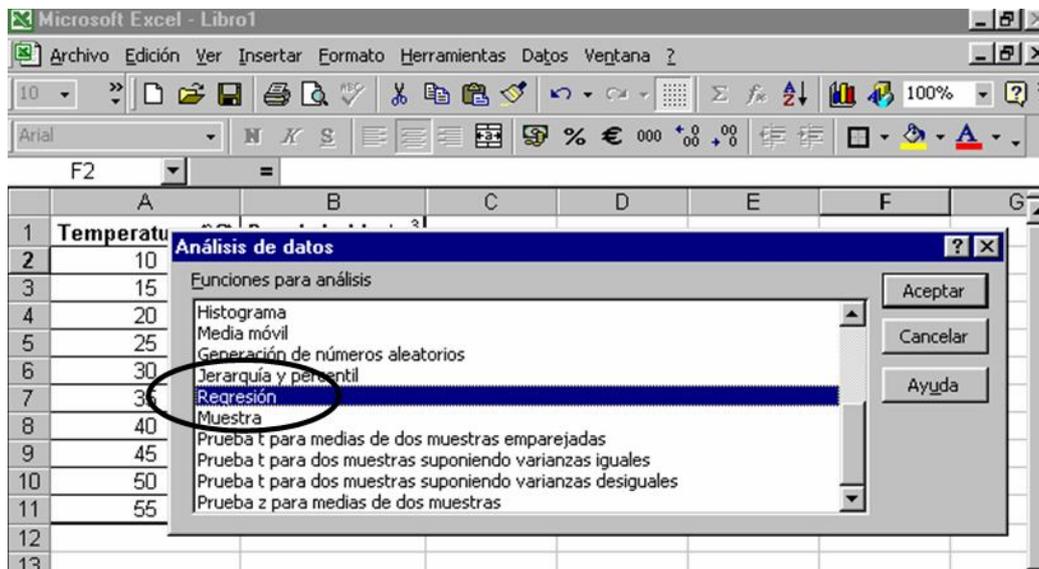
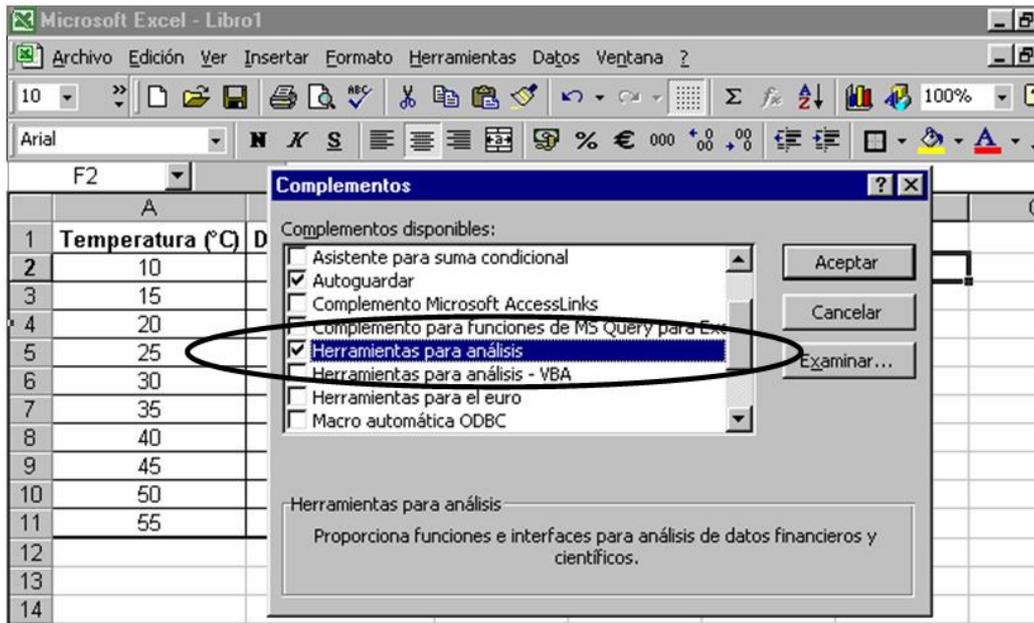
#### EJEMPLO

Determinar el error típico del cambio de densidad del agua respecto del cambio de la temperatura del agua, según los siguientes datos:

Temperatura (°C)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
10	1000
15	998
20	997
25	996
30	994
35	992
40	990
45	988
50	986
55	984

Lo que se pide en este problema es el error típico de la pendiente de una regresión lineal de densidad del agua vrs su temperatura, siguiendo los anteriores pasos mencionados en el procedimiento:





Microsoft Excel - Libro1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

B2 = 1000

	A	B
1	Temperatura (°C)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
2	10	1000
3	15	998
4	20	997
5	25	996
6	30	994
7	35	992
8	40	990
9	45	988
10	50	986
11	55	984

**Regresión**

Entrada

Rango Y de entrada: \$B\$2:\$B\$11

Rango X de entrada:

Rótulos  Constante igual a cero

Nivel de confianza 95 %

Opciones de salida

Rango de salida:

En una hoja nueva:

En un libro nuevo

Residuales

Residuos  Gráfico de residuales

Residuos estándares

Probabilidad normal

Gráfico de probabilidad normal

Matriz de densidades

Los datos saldrán en una hoja nueva

Señalar NUM

Microsoft Excel - Libro1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

A2 = 1000

	A	B
1	Temperatura (°C)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
2	10	1000
3	15	998
4	20	997
5	25	996
6	30	994
7	35	992
8	40	990
9	45	988
10	50	986
11	55	984

**Regresión**

Entrada

Rango Y de entrada: \$B\$2:\$B\$11

Rango X de entrada: \$A\$2:\$A\$11

Rótulos  Constante igual a cero

Nivel de confianza 95 %

Opciones de salida

Rango de salida:

En una hoja nueva:

En un libro nuevo

Residuales

Residuos  Gráfico de residuales

Residuos estándares  Curva de regresión ajustada

Probabilidad normal

Gráfico de probabilidad normal

Matriz de temperaturas

Señalar NUM

ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	260.148485	260.148485	8.09		
Residuos	8	2.35151515	0.29393939			
Total	9	262.5				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior
Intercepción	1004.04242	8.42417748	2367.03376	1.1365E-24	1003.06427	1005.02058	1003.06427
Variable X 1	-0.35515152	<b>0.01193801</b>	-29.7496426	1.7672E-09	-0.38268063	-0.3276224	-0.38268063

Respuesta: El error típico de la pendiente es  $\pm 0.01193801$  g/ml  $^{\circ}\text{C}$

### C. Error de exactitud

Así como anteriormente se observaron errores de precisión causados tanto por instrumentos de medición como por la repetibilidad de estas mediciones ahora se estudiarán errores de exactitud, los cuales pueden ser en ocasiones producto indirecto de los errores de precisión e indica lo alejado que puede estar el dato experimental del teórico.

$$E\%_E = \frac{|D_T - D_E|}{D_T} \times 100\%$$

$D_T$  = Dato teórico

$D_E$  = Dato experimental

#### EJEMPLO

Suponiendo que el valor teórico del es  $25.5^{\circ}\text{C}$  y el experimental  $24.9^{\circ}\text{C}$ :

$$E\%_E = \frac{|25.5 - 24.9|}{25.5} \times 100\%$$

$$E\%_E = 2.4\%$$

## Caso de Aplicación

### Problema

La fuerza  $F$  de tracción sobre un resorte y el alargamiento  $l$  que experimenta éste están ligadas a través de una ley lineal con ordenada en el origen cero y donde la pendiente ( $k$ ) es una característica propia de cada resorte: la llamada constante elástica del mismo. De modo que si la variable de control es la fuerza de torsión y la de medición el alargamiento la ecuación quedaría así:

$$l = k \cdot F$$

Supongamos un experimento en el cual un resorte es sometido a tracción, se ha cargado el resorte con diferentes pesos y se han anotado los alargamientos. El peso es provocado mediante llenar una cubeta con diferentes volúmenes de agua a 25°C.

El volumen del agua fue medido con una probeta cuyo valor mínimo corresponde a 1ml.

El alargamiento vertical del resorte fue medido con una regla cuyo valor mínimo corresponde a 0.001m (1mm).

El peso de la cubeta fue medido en una balanza electrónica cuyo valor mínimo corresponde a 0.001kg.

Los datos del experimento muestran lo siguiente con dos tipos de material de resorte de morfología idéntica.

Densidad del agua a 25°C:  $\rho = 997.95 \text{ kg/m}^3$

Constante de aceleración gravitacional:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Peso de la cubeta:  $m_c = 1 \times 10^{-4} \text{ kg} \pm 0.0005 \text{ kg}$

Punto	Corrida	V(ml ±0.5ml)	Resorte de cobre	Resorte de aluminio
			l(m±0.005m)	l(m±0.005m)
1	1	5	0.02	0.00
	2	5	0.02	0.01
	3	5	0.02	0.01
2	1	10	0.03	0.02
	2	10	0.03	0.01
	3	10	0.04	0.02
3	1	20	0.09	0.05
	2	20	0.08	0.04
	3	20	0.09	0.04
4	1	30	0.12	0.07
	2	30	0.12	0.07
	3	30	0.11	0.08
5	1	40	0.16	0.11
	2	40	0.15	0.10
	3	40	0.16	0.11
6	1	50	0.20	0.14
	2	50	0.22	0.14
	3	50	0.20	0.15

Nótese que las incertidumbres de ambas variables corresponden a la mitad del valor mínimo de medición de sus correspondientes instrumentos.

### Reportar

1. Gráfica que relacione cuantitativamente el alargamiento de cada resorte en función de la fuerza de tracción.
2. Constante de elasticidad de cada resorte.

### Solución

A continuación se ejemplifica mediante un caso de aplicación la forma de elaborar y presentar los Resultados y Análisis de error en los post reportes de laboratorio.

En esta sección se utilizarán las herramientas descritas en la sección de Elementos del Análisis de Error y el Normativo de Evaluación, Promoción y Desarrollo de los cursos de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2, Título III Aspectos Académicos, Capítulo 2, Inciso 2.1. Se recomienda que corroboren el valor de los cálculos en función de las herramientas aprendidas en la sección anterior.

En esta guía se observarán figuras y aclaraciones que facilitarán al estudiante dicha tarea, cabe aclarar que en la presentación del informe puede resumirse estas figuras por la descripción del algoritmo que se utilizó en la respectiva Muestra de Cálculo.

#### A. Gráfica que relaciona cuantitativamente la fuerza de tracción en función del alargamiento de cada resorte.

##### 1. Datos Calculados

**PASO 1 - Cálculos de Datos:** Los datos calculados y tabulados en Microsoft Excel quedarían de la siguiente manera:

Punto	Corrida	V (ml)	V (m <sup>3</sup> )	<i>m</i> <sub>agua</sub> (kg)	<i>m</i> <sub>total</sub> (kg)
		0.5	5.00E-07	0.0005	0.001
1	1	5	5.00E-06	0.005	0.005
	2	5	5.00E-06	0.005	0.005
	3	5	5.00E-06	0.005	0.005
2	1	10	1.00E-05	0.010	0.010
	2	10	1.00E-05	0.010	0.010
	3	10	1.00E-05	0.010	0.010
3	1	20	2.00E-05	0.020	0.020
	2	20	2.00E-05	0.020	0.020
	3	20	2.00E-05	0.020	0.020

			05		
4	1	30	3.00E-05	0.030	0.030
	2	30	3.00E-05	0.030	0.030
	3	30	3.00E-05	0.030	0.030
5	1	40	4.00E-05	0.040	0.040
	2	40	4.00E-05	0.040	0.040
	3	40	4.00E-05	0.040	0.040
6	1	50	5.00E-05	0.050	0.050
	2	50	5.00E-05	0.050	0.050
	3	50	5.00E-05	0.050	0.050

Fuerza de torsión F (N)				
Valor	Promedio	Desviación Estándar	Error de precisión por incertidumbre	Error de precisión por desviación
<b>0.0098</b>	<b>0.010</b>	-	-	-
0.050	0.050	8.5E-18	19.63%	0.00%
0.050				
0.050				
0.099	0.099	0.0E+00	9.91%	0.00%
0.099				
0.099				
0.197	0.197	0.0E+00	4.98%	0.00%
0.197				
0.197				
0.294	0.294	0.0E+00	3.33%	0.00%
0.294				
0.294				
0.392	0.392	0.0E+00	2.50%	0.00%
0.392				
0.392				
0.490	0.490	0.0E+00	2.00%	0.00%
0.490				
0.490				
Máximos		8.5E-18	19.6%	0.0%

Alargamiento del resorte de cobre I (m)				
Valor	Promedio	Desviación Estándar	Error de precisión por incertidumbre	Error de precisión por desviación
<b>0.0050</b>	<b>0.0050</b>	-	-	-

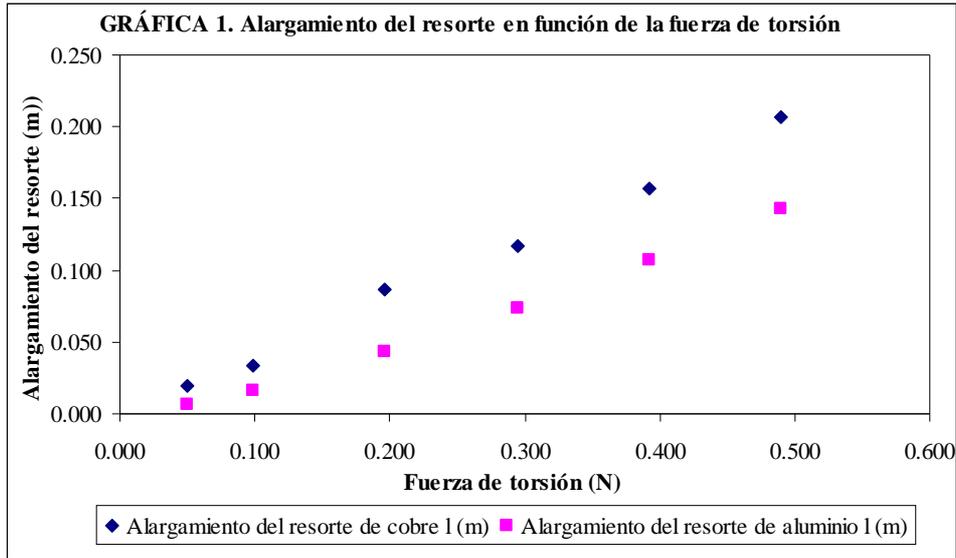
0.02				
0.02	0.020	0.000	25.00%	0.00%
0.02				
0.02				
0.03	0.033	0.006	15.00%	17.32%
0.03				
0.04				
0.09	0.087	0.006	5.77%	6.66%
0.08				
0.09				
0.12	0.117	0.006	4.29%	4.95%
0.12				
0.11				
0.16	0.157	0.006	3.19%	3.69%
0.15				
0.16				
0.20	0.207	0.012	2.42%	5.59%
0.22				
0.20				
Máximos		1.2E-02	25.0%	17.3%
<b>Alargamiento del resorte de aluminio l (m)</b>				
Valor	Promedio	Desviación Estándar	Error de precisión por incertidumbre	Error de precisión por desviación
<b>0.0050</b>	<b>0.0050</b>	-	-	-
0.00	0.007	5.77E-03	75.00%	86.60%
0.01				
0.01				
0.02	0.017	5.77E-03	30.00%	34.64%
0.01				
0.02				
0.05	0.043	5.77E-03	11.54%	13.32%
0.04				
0.04				
0.07	0.073	5.77E-03	6.82%	7.87%
0.07				
0.08				
0.11	0.107	5.77E-03	4.69%	5.41%
0.10				
0.11				
0.14	0.143	5.77E-03	3.49%	4.03%
0.14				
0.15				
Máximos		5.8E-03	75.0%	86.6%

**PASO 2 – Ploteo de puntos:** Ploteo de los puntos en la gráfica. Nótese lo siguiente:

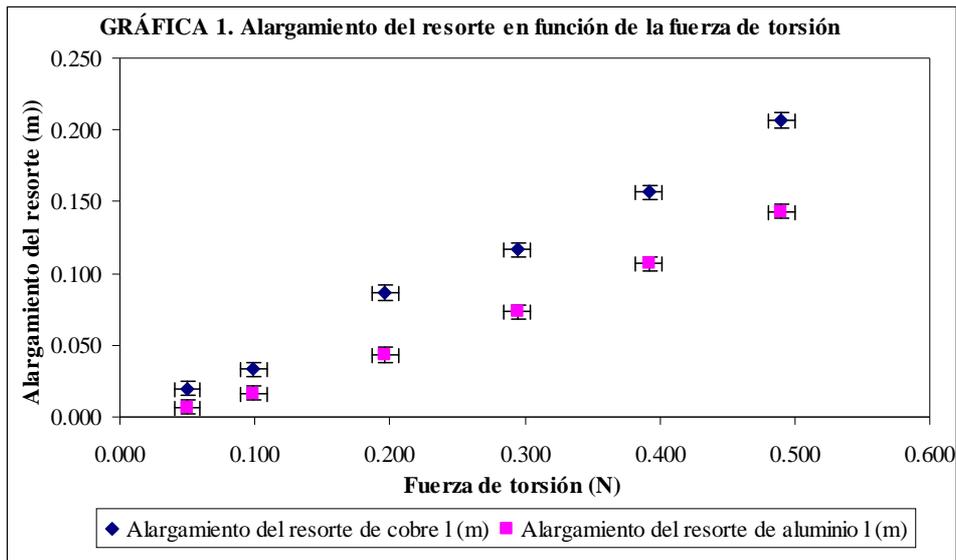
1. La gráfica no lleva líneas verticales ni horizontales primarias ni secundarias
2. Se plotean únicamente los puntos sin unirlos mediante curvas suavizadas o líneas

reactas.

- Según el postulado del problema la variable dependiente se ubica en el eje (y) .



**PASO 3 – Barras de error:** Luego del ploteo de puntos se colocarán las barras de error absoluto o también llamadas incertidumbres para cada variable. En este caso serían del valor de  $\pm 0.010\text{N}$  para la fuerza de torsión y  $\pm 0.0050\text{ m}$  para el alargamiento del resorte.

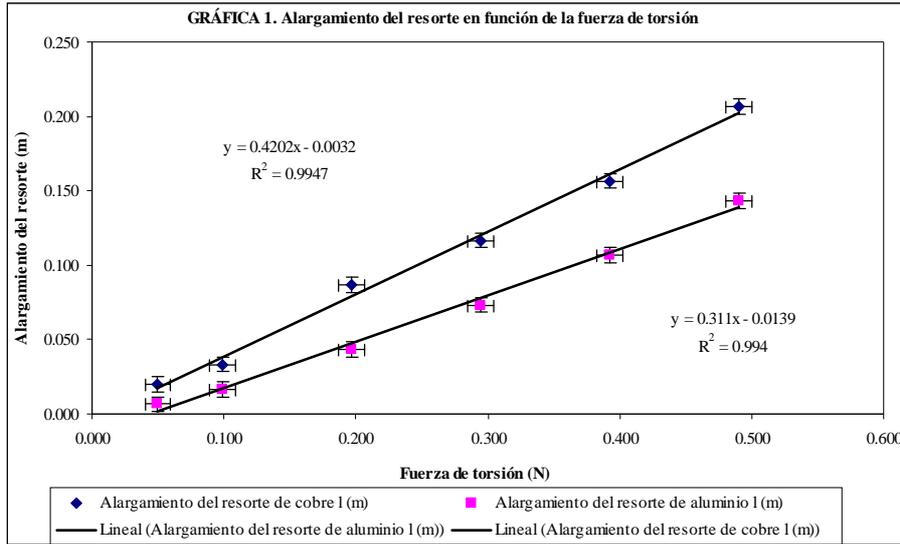


**PASO 4 - Línea de tendencia:** En este caso se utilizará un modelo lineal debido a que la teoría indica que este fenómeno se rige por un comportamiento lineal:

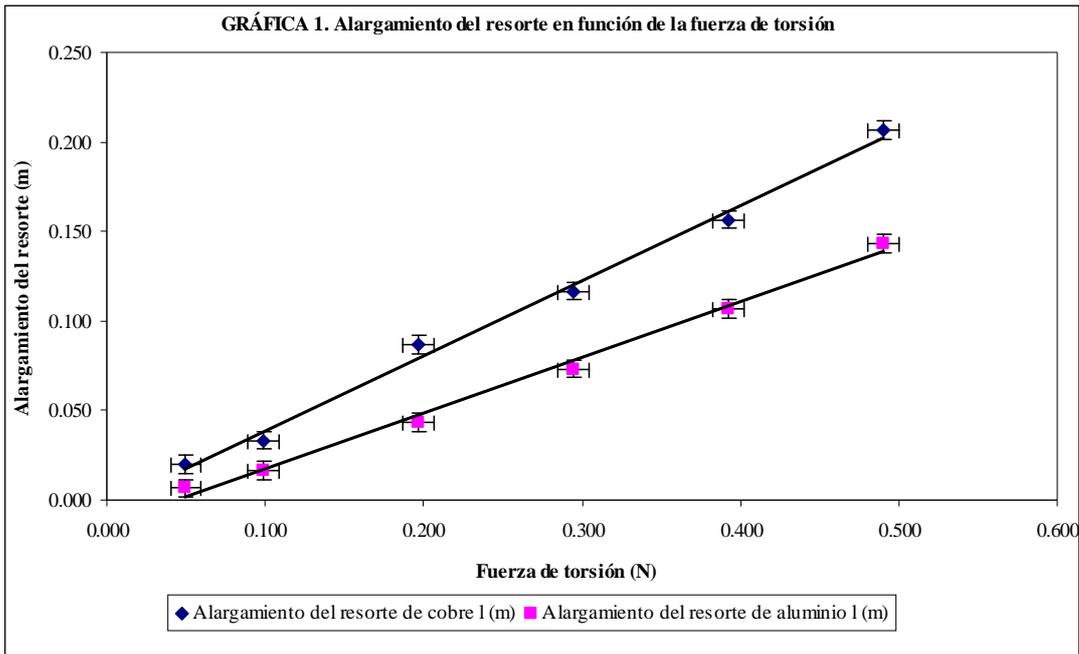
$$l = k \cdot F$$

$$y = m \cdot x + b$$

Donde la pendiente  $m$  sería equivalente a la constante de  $k$  del resorte y el intercepto  $b$  una constante de un valor lo suficientemente pequeño para ser despreciable. Microsoft Excel daría como resultado la gráfica siguiente:



**PASO 5 – Ajustes finales:** Según las especificaciones del normativo del Laboratorio deberán hacerse las modificaciones necesarias y presentar la gráfica así en la sección de Resultados.



Color	Modelo matemático	Correlación	Incertidumbre máxima de la variable independiente	Incertidumbre máxima de la variable dependiente	Intervalo de validez

	$0.4202 \times F + 0.0032$	0.9947	$\pm 0.005 \text{ m}$	$\pm 0.01 \text{ N}$	[0.00.N, 0.50N]
	$0.3110 \times F + 0.9940$	0.9940	$\pm 0.005 \text{ m}$	$\pm 0.01 \text{ N}$	[0.00.N, 0.50N]

Nótese que la variable dependiente ( $y$ ) es  $l$  y la independiente es  $F$  ( $x$ ) según el postulado del problema. En este caso especial, todas las incertidumbres de los alargamientos  $l$  y de las fuerzas de torsión  $F$  son exactamente iguales, por lo tanto la máxima incertidumbre correspondiente siempre será la misma. ( $\pm 0.005 \text{ m}, \pm 0.01 \text{ N}$ ).

## 2. Análisis de Error

i. Incertidumbres máximas, dimensional absoluta.

Curva	Incertidumbre máxima de la variable independiente	Incertidumbre máxima de la variable dependiente
Alargamiento del resorte de cobre	$\pm 0.01 \text{ N}$	$\pm 0.005 \text{ m}$
Alargamiento del resorte de aluminio	$\pm 0.01 \text{ N}$	$\pm 0.005 \text{ m}$

ii. Error máximo de precisión por incertidumbre, dimensional porcentual % y Error máximo de precisión por desviación, dimensional porcentual %.

Con los procedimientos establecidos en la sección de Elementos de Análisis de Error se realizan los cálculos previamente establecidos y se resumen en lo siguiente:

Curva	Variable independiente		Variable dependiente	
	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación
Alargamiento del resorte de cobre	19.6%	0.0%	25.0%	17.3%
Alargamiento del resorte de aluminio	19.6%	0.0%	75.0%	86.6%

iii. Error máximo de exactitud, dimensional porcentual % (si se aplica a la práctica).

Suponiendo que estos son los valores teóricos de la variable dependiente en función de la independiente. Se calculará el error de exactitud siempre de la variable dependiente o de medición ( $y$ ) de la siguiente manera:

Fuerza de torsión (N)	Alargamiento experimental del resorte de cobre (m)	Alargamiento teórico del resorte de cobre (m)	Error de exactitud
0.050	0.020	0.020	0.00%
0.099	0.033	0.030	11.11%
0.197	0.087	0.080	8.33%
0.294	0.117	0.100	16.67%
0.392	0.157	0.150	4.44%
0.490	0.207	0.200	3.33%
Máximo			16.67%

Fuerza de torsión (N)	Alargamiento experimental del resorte de aluminio (m)	Alargamiento teórico del resorte de aluminio (m)	Error de exactitud
0.050	0.007	0.01	33.33%
0.099	0.017	0.02	16.67%
0.197	0.043	0.04	8.33%
0.294	0.073	0.07	4.76%
0.392	0.107	0.10	6.67%
0.490	0.143	0.15	4.44%
Máximo			33.33%

Finalmente el análisis de error para la Gráfica que relaciona cuantitativamente la Fuerza de tracción en función del Alargamiento de los resortes quedaría así:

Curva	Variable	Incertidumbre máxima	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación	Error de exactitud
Alargamiento del resorte de cobre	<b>Independiente</b> Fuerza de torsión (N)	$\pm 0.01N$	19.6%	0.00%	----
	<b>Dependiente</b> Alargamiento del resorte de cobre (m)	$\pm 0.005 m$	25.0%	17.3%	16.67%
Alargamiento del resorte de aluminio	<b>Independiente</b> Fuerza de torsión (N)	$\pm 0.01N$	19.6%	0.00%	----
	<b>Dependiente</b> Alargamiento del resorte de aluminio (m)	$\pm 0.005 m$	75.0%	86.6%	33.33%

Si utilizamos un criterio de aceptabilidad (en este caso para fines didácticos los valores varían desde el 5% al 20%) del 20% tendremos los siguientes resultados finales del análisis de error de la Gráfica que relaciona cuantitativamente la Fuerza de tracción en función del Alargamiento de los resortes:

Curva	Variable	Incertidumbre máxima	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación	Error de exactitud
Alargamiento del resorte de cobre	<b>Independiente</b> Fuerza de torsión (N)	$\pm 0.01\text{N}$	19.6% INACEPTABLE	0.00% ACPETABLE	----
	<b>Dependiente</b> Alargamiento del resorte de cobre (m)	$\pm 0.005\text{ m}$	25.0% INACEPTABLE	17.3% ACPETABLE	16.67% ACPETABLE
Alargamiento del resorte de aluminio	<b>Independiente</b> Fuerza de torsión (N)	$\pm 0.01\text{N}$	19.6% INACEPTABLE	0.00% ACPETABLE	----
	<b>Dependiente</b> Alargamiento del resorte de aluminio (m)	$\pm 0.005\text{ m}$	75.0% INACEPTABLE	86.6% INACEPTABLE	33.33% INACEPTABLE

## B. Constante de elasticidad de cada resorte

### 1. Resultados

Dado que es las constantes de elasticidad del resorte son valores puntuales se presentan solamente con su incertidumbre, calculada con los procedimientos en la sección de Elementos de Análisis de Error (Página 39):

Material del Resorte	Constante de elasticidad	Incertidumbre máxima
Cobre	0.4202 m/N	$\pm 0.01715\text{N/m}$
Aluminio	0.3110 m/N	$\pm 0.01715\text{N/m}$

### 2. Análisis de Error

- i. Incertidumbre máxima, dimensional absoluta.

Material del Resorte	Incertidumbre máxima
Cobre	$\pm 0.01715\text{N/m}$
Aluminio	$\pm 0.01715\text{N/m}$

- ii. Error máximo de precisión por incertidumbre, dimensional porcentual %.

Según los procedimientos establecidos en la sección de Elementos del Análisis de Error (Página 34) se hace lo siguiente:

Material del Resorte	Incertidumbre máxima	Error máximo de precisión por incertidumbre
Cobre	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	4.08%
Aluminio	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	5.51%

iii. Error máximo de precisión por desviación, dimensional porcentual %

Primeramente se procede a calcular el error típico de la pendiente del modelo de correlación lineal que relaciona las variables  $F$  y  $l$  con los procedimientos establecidos en la sección de Elementos del Análisis de Error (Páginas 43-46) se tiene los datos en la página siguiente de Excel y en esta tabla:

Material del Resorte	Pendiente del modelo	Desviación estándar de la pendiente del modelo	Desviación estándar de la constante de elasticidad del resorte	Error máximo de precisión por desviación de la constante de elasticidad del resorte
Cobre	0.4202 m/N	$\pm 0.01164 \text{ m/N}$	$\pm 0.01164 \text{ m/N}$	2.77%
Aluminio	0.3110 m/N	$\pm 0.00968 \text{ m/N}$	$\pm 0.00968 \text{ m/N}$	3.11%

iv. Error máximo de exactitud, dimensional porcentual %

Suponiendo que las constantes teóricas de los resortes fueran los siguientes

Material del Resorte	Constante de elasticidad del resorte experimental	Constante de elasticidad del resorte teórica	Error máximo de exactitud en la elasticidad del resorte teórica
Cobre	0.4202 m/N	0.4045 m/N	2.77%
Aluminio	0.3110 m/N	0.3076 m/N	3.11%

La tabla de errores para las constantes de elasticidad de los resortes quedaría de la siguiente manera:

Material del Resorte	Incertidumbre máxima	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación	Error máximo de exactitud
Cobre	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	4.08%	2.77%	2.77%
Aluminio	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	5.51%	3.11%	3.11%

Si utilizamos un criterio de aceptabilidad (en este caso para fines didácticos los valores varían desde el 5% al 20%) del 5% tendremos los siguientes resultados finales del análisis de error de la constante de la elasticidad de los respectivos resortes:

Material del Resorte	Incertidumbre máxima	Error máximo de precisión por incertidumbre	Error máximo de precisión por desviación	Error máximo de exactitud
Cobre	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	4.08% ACEPTABLE	2.77% ACEPTABLE	2.77% ACEPTABLE
Aluminio	$\pm 0.01715 \text{ N/m}$	5.51% ACEPTABLE	3.11% ACEPTABLE	3.11% ACEPTABLE

### **Nota Importante**

1. El caso de aplicación aquí resuelto solamente es una pequeña demostración del uso de las herramientas de la sección de Elementos del Análisis de Error, por lo que se recomienda hacer uso del criterio científico para poder adaptar esta guía a lo que el respectivo post reporte requiera.
2. Principalmente la discusión del Análisis de Error será redactada de acuerdo al criterio científico del estudiante y las directrices establecidas en el Normativo de Evaluación, Promoción y Desarrollo de los cursos de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2, Título III, Capítulo 2, Inciso 2.1, Subinciso 2.1.7.
3. Se recomienda corroborar los cálculos de esta sección con los procedimientos establecidos para un rápido aprendizaje de los mismos.

# Principios de un Buen Informe Técnico Formal

---

## Introducción

Un informe de ingeniería es un reflejo directo de la habilidad y conocimiento del autor sobre la materia. Un informe bien escrito no puede cubrir un esfuerzo medianamente realizado; sin embargo, un informe mal elaborado puede dañar seriamente una excelente pieza de ingeniería.

Todos los ingenieros deben ser expertos en el arte de redactar informes. Afortunadamente, esta es una herramienta que pueda aprenderse. Las secciones que siguen proporcionan los lineamientos necesarios para desarrollar esta técnica. El resultado de un gran esfuerzo personal para desarrollar buenas técnicas para elaborar informes bien vale la pena, pues la herramientas que se aprendan servirán en el ejercicio profesional.

## Principios de redacción

1. Siempre tenga en mente a un lector específico, real o imaginario, cuando escriba un reporte; y siempre asuma que dicho lector es inteligente pero que no está informado de la situación en particular que se está reportando.
2. AUNQUE PAREZCA TRABAJO EXTRA, UN BOCETO AYUDARÁ SIEMPRE A AHORRAR TRABAJO AL AYUDARLO A UD. A ORGANIZAR SUS PENSAMIENTOS. EL RESULTADO SERÁ UN INFORME QUE NO SOLO PRESENTARÁ EN FORMA EFECTIVA EL MATERIAL, SINO QUE TAMBIEN TOMARÁ MENOS TIEMPO PARA ESCRIBIRSE.
3. Antes de empezar a escribir, decídase por el propósito exacto de su informe, y asegúrese de que cada palabra, cada oración y cada párrafo contribuyan al propósito del informe, y de que lo hagan en el momento preciso. El informe debería reflejar un sólido entendimiento del material presentado, y debería ser objetivo. Nunca exprese sus opiniones personales, ni haga sugerencias ni plantee quejas; ponga estas cuestiones subjetivas en una carta anexa que aparezca al principio del informe.
4. Use lenguaje simple, preciso y familiar. El uso incorrecto del vocabulario y de los términos técnicos únicamente hace que el lector sienta que el autor no tiene un buen conocimiento del material. Mantenga sus oraciones cortas aun cuando esté tratando con material complejo. La forma puntual (frases breves y concisas) es extremadamente efectiva, pero debe usarse con mucho cuidado.
5. Al principiar y al finalizar cada sección de su informe, revise lo que ha escrito de acuerdo al siguiente principio: "Primero dígame al lector qué es lo que le va a decir, luego dígaselo, y por último dígame qué fue lo que le dijo". Un reporte no es una novela de misterio; no mantenga al lector en suspenso dejando los resultados esenciales para el final. Utilice frases como "posteriormente se mostrará que..." y "este error será el factor clave en la pérdida de la secuencia de los datos", ya que éstas son muy útiles para conectar varias partes del informe.
6. Use la tercera persona en voz pasiva. Los pronombres personales "yo", "a mí", "tú", "Ud.", "a nosotros", no deberían aparecer. La voz pasiva es utilizada debido a que los informes generalmente hablan de cosas que se han hecho en el pasado; por ejemplo: "el voltímetro fue calibrado", en vez de "nosotros calibramos el voltímetro".
7. La decisión de usar presente o pasado frecuentemente es cuestión personal. A pesar de ello, las reglas para trabajar son:

- a. Si el evento se relaciona específicamente a un estudio ya terminado, se usa el pasado. Por ejemplo: "la lectura del medidor fluctuó".
  - b. Si se coloca algo que debe ser tan cierto hoy como cuando se hizo el experimento, entonces se utiliza el presente. Por ejemplo: "los corrientes de agua se riegan rápidamente conforme se mezclan con sus alrededores".
8. Nunca obligue al lector a buscar información a lo largo de todo el reporte.
- a. Use frases como "el incremento del 40% en CO con los respiraderos cerrados indica que no hubo aire suficiente para obtener combustión completa. Esto explica la mayoría de los descensos en la eficiencia de combustión, que fueron de 82% a 68%".
  - b. No use frases como "el valor del 12% de CO con los respiraderos cerrados puede compararse con los datos obtenidos con los respiraderos abiertos para demostrar cómo la posición de los respiraderos afecta la eficiencia".
9. Si se tienen problemas con una oración, esto se debe probablemente a que se quieren unir dos ideas que no están relacionadas entre sí. Deténgase a pensar un momento en lo que está tratando de decir. Encontrará que dos o más oraciones más cortas representarán la información con mayor claridad y harán que este pasaje sea más fácil de leer.

# Formulario oficial de Laboratorio de Físicoquímica 2

---

## Práctica No. 1 "Electroquímica"

$$\Delta G = -nF\varepsilon \qquad \Delta S = -\frac{\partial \Delta G}{\partial T}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \qquad \varepsilon = \frac{RT}{nF} \ln K$$

$$\varepsilon = \varepsilon^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

## Práctica No. 2 "Cinética Química"

$$v = k[A]^n[B]^m \qquad v = \frac{d\xi}{dt}$$

$$k = A e^{-\frac{E}{RT}} \qquad \ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E}{R} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right)$$

## Práctica No. 3 "Equilibrio de fases binario: líquido-vapor"

$$y_i P_i = x_i P_i^o \qquad P_i = x_i P_i^o$$

## Práctica No. 4 "Bromación de la acetona"

$$A = 2 - \log T \qquad [\text{Br}]_f = \frac{A}{a_\lambda \cdot l}$$

$$[\bar{C}] = \frac{[C]_f + [C]_0}{2} \qquad \bar{v} = \frac{[C]_n - [C]_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

$$\ln v = \ln k + n \ln [C]$$

**Práctica No. 5 "Equilibrio de fases ternario: líquido – líquido"**

$$x_A + x_B + x_C = 1 \qquad X_A = x_A \cdot m_{mol,A} \qquad K = \frac{X_{C,A}}{X_{C,B}}$$

**Práctica No. 6 "Equilibrio de fases: sólido-líquido"**

$$x_A + x_B = 1 \qquad \ln x_B \approx \frac{\Delta H_f}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_f^*} \right)$$

**Práctica No. 7 "Cinética de reacción: azul de metileno – ácido ascórbico"**

$$K = \frac{k_B T}{h} \exp\left(\frac{\Delta^\ddagger S^\circ}{R}\right) \cdot \exp\left(-\frac{\Delta^\ddagger H^\circ}{RT}\right)$$

Gases  $\Delta^\ddagger H = E_a - nRT$

Líquidos y sólidos  $\Delta^\ddagger H = E_a - RT$

**Práctica No. 8 "Constante de disociación ácida del Rojo de Metilo"**

$$A_{T(\lambda 1)} = a_{(\lambda 1, \text{HIn})}[\text{HIn}] + a_{(\lambda 1, \text{In}^-)}[\text{In}^-]$$

$$A_{T(\lambda 2)} = a_{(\lambda 2, \text{HIn})}[\text{HIn}] + a_{(\lambda 2, \text{In}^-)}[\text{In}^-]$$

$$Q = \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = \frac{A_{T(\lambda 1, \text{HIn})} a_{(\lambda 1, \text{HIn})} - A_{T(\lambda 2, \text{HIn})} a_{(\lambda 2, \text{HIn})}}{A_{T(\lambda 1, \text{In}^-)} a_{(\lambda 1, \text{In}^-)} - A_{T(\lambda 2, \text{In}^-)} a_{(\lambda 2, \text{In}^-)}}$$

$$pH = pK_a + \log Q$$

# Hojas de Control

## IMPORTANTE

1. Las siguientes hojas de control son de uso oficial para el laboratorio y deberán utilizarse según lo indica el Normativo de Evaluación, Promoción y Desarrollo del Laboratorio de Físicoquímica.
2. El objetivo del uso de estas hojas es de llevar de forma organizada el control del desarrollo de las prácticas
3. Llene absolutamente todos los campos que lo requieren para evitar confusiones, pérdidas de tiempo y equivocaciones antes, durante y/o al finalizar la práctica.

Las hojas de control dentro del laboratorio serán las siguientes

1. Hoja de Responsabilidad
2. Hoja de Cálculo de Reactivos
3. Hoja de Examen Corto
4. Hoja de Datos Originales
5. Hoja de Evaluación de la Presentación Verbal del informe técnico final



Laboratorio de Físicoquímica	1				2		
Sección	A	B	C	G	D	E	F

Fecha				Semana	
-------	--	--	--	--------	--

Práctica	No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	NOMBRE								

HOJA DE CÁLCULO DE REACTIVOS

Carné	Nombre	Firma

--

Laboratorio de Físicoquímica	1				2		
Sección	A	B	C	G	D	E	F

Fecha				Semana	
-------	--	--	--	--------	--

Práctica	No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	NOMBRE								

HOJA DE EXAMEN CORTO

Carné	Nombre	Firma

	Calificación

Laboratorio de Físicoquímica	1				2		
Sección	A	B	C	G	D	E	F

Fecha				Semana	
-------	--	--	--	--------	--

Práctica	No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	NOMBRE								

HOJA DE DATOS ORIGINALES

Grupo No.	Carné	Nombre	Firma

\_\_\_\_\_

Sello

\_\_\_\_\_

Firma

HOJA DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN VERBAL DEL INFORME TÉCNICO FINAL  
LABORATORIO DE FISCOQUÍMICA

## Identificación grupal

Laboratorio de fisicoquímica	Sección	Grupo	Nombre de la Práctica a Presentar

## Identificación individual

No.	Nombre del Participante	Iniciales gafete identificación	Clave	Carné
1				
2				
3				
4				

✂

## EVALUACION GRUPAL

Área	No.	Aspecto a evaluar durante la exposición	Calificación
Coordinación y sincronía	1	La secuencia de los expositores refleja una previa preparación y organización grupal.	
	2	El desarrollo de la exposición se inició en el tiempo establecido.	
	3	El desarrollo de la exposición finalizó en el tiempo establecido.	
	4	No se presentaron contratiempos ni fallas técnicas durante la exposición.	
Calidad de la presentación	1	Las diapositivas de la presentación muestran con creatividad y formalidad el conocimiento del tema.	
	2	Las diapositivas presentadas muestran una secuencia lógica.	
	3	Las diapositivas presentadas complementan satisfactoriamente la exposición.	
	4	Las diapositivas denotan uniformidad en su realización.	
	5	Las diapositivas muestran de la forma más gráfica posible el contenido a presentar.	
	6	Las diapositivas muestran la cantidad de texto necesario.	

Calificó \_\_\_\_\_

## EVALUACIÓN INDIVIDUAL

3/6

Área	No.	Aspecto a evaluar durante la exposición	Iniciales de cada participante				
<b>Habilidad verbal</b>	1	La voz es clara y audible					
	2	Se expresa con seguridad y serenidad hacia todos los oyentes					
	2	Se expresa con entonación adecuada y constante					
	4	Evita expresiones inadecuadas del lenguaje informal ("verdá", "tons", "de qué", "lo que es", "un poquito")					

Calificó \_\_\_\_\_

✂

4/6

Área	No.	Aspecto a evaluar durante la exposición	Iniciales de cada participante				
<b>Respuestas a preguntas</b>	1	La capacidad del estudiante para responder a las interrogantes evidencia dominio del tema					
	2	El estudiante tiene la capacidad de relacionar las preguntas con el tema expuesto sin salirse de éste					
	2	La forma de responder a las cuestionantes por parte del estudiante es clara y concisa					
	4	El estudiante evidencia pleno conocimiento del tema al responder las preguntas planteadas					

Calificó \_\_\_\_\_

Área	No.	Aspecto a evaluar durante la exposición	Iniciales de cada participante				
Expresión corporal	1	El estudiante en su exposición trata de no hacer muecas y carraspeos					
	2	La presentación del estudiante es apropiada					
	3	El estudiante dirige su mirada en la exposición hacia todos los oyentes					
	4	El comportamiento del estudiante en la exposición es el adecuado					
	5	El estudiante se expresa corporalmente con total seguridad					
	6	El estudiante denota fácilmente dominio del tema por la forma que expone					
	7	Se auxilia de material de apoyo para realizar su exposición (puntero, luz láser, etc.)					
	8	El estudiante utiliza un gafete de identificación durante la exposición					

Calificó \_\_\_\_\_

✂

Área	No.	Aspecto a evaluar durante la exposición	Iniciales de cada participante				
Dominio del tema	1	El estudiante desarrolla una secuencia lógica en su explicación					
	2	El estudiante, desarrolla el contenido de su exposición acorde al tema					
	3	El estudiante relaciona todo lo expuesto con el tema en general					
	4	Las explicaciones e intervenciones del estudiante dentro de la exposición son las adecuadas					
	5	Al exponer se evidencia que el estudiante se preparó con anticipación					
	6	El estudiante conoce el tema con amplitud					
	7	El estudiante deja satisfecho de todo conocimiento a los oyentes del tema que él expuso					
	8	El estudiante evita expresiones inadecuadas del lenguaje no técnico (mucho, poco, bastante, etc.)					

6/6

Calificó \_\_\_\_\_

## Bibliografía Recomendada

---

4. Levine, Ira. "FISICOQUÍMICA".
5. Daniels Farrington. "FISICOQUÍMICA EXPERIMENTAL".
6. Smith Van Ness. "INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA EN INGENIERÍA QUÍMICA".
7. Perry, Robert H.; Don W. Green. "MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO".
8. Barrow, Gordon M. "QUÍMICA FÍSICA".
9. Laidler, Keith, Meisser. "FISICOQUÍMICA".
10. Atkins, William. "FISICOQUÍMICA".
11. Moore, Walter J. "FISICOQUÍMICA BÁSICA".
12. Castellán, G. W. "FÍSICO QUÍMICA".
13. Ayres, Gilbert H. "ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO".
14. Libros especializados de los temas a trabajar.
15. Libros especializados de los temas sugeridos.

## Calendario

### Actividades

Actividad	Sección			
	D	E	F	G
<b>Práctica 1</b>	Martes, 27 de enero de 2009	Jueves, 29 de enero de 2009	Martes, 27 de enero de 2009	Viernes, 30 de enero de 2009
<b>Práctica 2</b>	Martes, 03 de febrero de 2009	Jueves, 04 de febrero de 2009	Martes, 03 de febrero de 2009	Viernes, 05 de febrero de 2009
<b>Práctica 3</b>	Martes, 10 de febrero de 2009	Jueves, 12 de febrero de 2009	Martes, 10 de febrero de 2009	Viernes, 13 de febrero de 2009
<b>Práctica 4</b>	Martes, 17 de febrero de 2009	Jueves, 18 de febrero de 2009	Martes, 17 de febrero de 2009	Viernes, 19 de febrero de 2009
<b>Práctica 5</b>	Martes, 03 de marzo de 2009	Jueves, 05 de marzo de 2009	Martes, 03 de marzo de 2009	Viernes, 06 de marzo de 2009
<b>Práctica 6</b>	Martes, 10 de marzo de 2009	Jueves, 12 de marzo de 2009	Martes, 10 de marzo de 2009	Viernes, 13 de marzo de 2009
<b>Práctica 7</b>	Martes, 17 de marzo de 2009	Jueves, 19 de marzo de 2009	Martes, 17 de marzo de 2009	Viernes, 20 de marzo de 2009
<b>Práctica 8</b>	Martes, 24 de marzo de 2009	Jueves, 26 de marzo de 2009	Martes, 24 de marzo de 2009	Viernes, 27 de marzo de 2009
<b>1ER. PARCIAL</b>	Sábado, 28 de febrero de 2009			
<b>2DO. PARCIAL</b>	Sábado, 18 de abril de 2009			
<b>Presentaciones</b>	Martes, 28 de abril de 2009	Jueves, 30 de abril de 2009	Martes, 28 de abril de 2009	Viernes, 01 de mayo de 2009

## Evaluaciones

Actividad	Sección			
	D	E	F	G
<b>Práctica 1</b>	Martes, 27 de enero de 2009	Jueves, 29 de enero de 2009	Martes, 27 de enero de 2009	Viernes, 30 de enero de 2009
<b>Práctica 2</b>	Martes, 03 de febrero de 2009	Jueves, 04 de febrero de 2009	Martes, 03 de febrero de 2009	Viernes, 05 de febrero de 2009
<b>Práctica 3</b>	Martes, 10 de febrero de 2009	Jueves, 12 de febrero de 2009	Martes, 10 de febrero de 2009	Viernes, 13 de febrero de 2009
<b>Práctica 4</b>	Martes, 17 de febrero de 2009	Jueves, 18 de febrero de 2009	Martes, 17 de febrero de 2009	Viernes, 19 de febrero de 2009
<b>Práctica 5</b>	Martes, 03 de marzo de 2009	Jueves, 05 de marzo de 2009	Martes, 03 de marzo de 2009	Viernes, 06 de marzo de 2009
<b>Práctica 6</b>	Martes, 10 de marzo de 2009	Jueves, 12 de marzo de 2009	Martes, 10 de marzo de 2009	Viernes, 13 de marzo de 2009
<b>Práctica 7</b>	Martes, 17 de marzo de 2009	Jueves, 19 de marzo de 2009	Martes, 17 de marzo de 2009	Viernes, 20 de marzo de 2009
<b>Práctica 8</b>	Martes, 24 de marzo de 2009	Jueves, 26 de marzo de 2009	Martes, 24 de marzo de 2009	Viernes, 27 de marzo de 2009
<b>1ER. PARCIAL</b>	Sábado, 28 de febrero de 2009			
<b>2DO. PARCIAL</b>	Sábado, 18 de abril de 2009			
<b>Presentaciones</b>	Martes, 28 de abril de 2009	Jueves, 30 de abril de 2009	Martes, 28 de abril de 2009	Viernes, 1 de mayo de 2009

Entrega de documentos

Documento	Carácter	Sección			
		D	E	F	G
Post-Reporte 1	Individual	Martes, 03 de febrero de 2009	Jueves, 04 de febrero de 2009	Martes, 03 de febrero de 2009	Viernes, 05 de febrero de 2009
Post-Reporte 2	Individual	Martes, 10 de febrero de 2009	Jueves, 12 de febrero de 2009	Martes, 10 de febrero de 2009	Viernes, 13 de febrero de 2009
Post-Reporte 3	Individual	Martes, 17 de febrero de 2009	Jueves, 18 de febrero de 2009	Martes, 17 de febrero de 2009	Viernes, 19 de febrero de 2009
Post-Reporte 4	Grupal	Martes, 03 de marzo de 2009	Jueves, 05 de marzo de 2009	Martes, 03 de marzo de 2009	Viernes, 06 de marzo de 2009
Post-Reporte 5	Individual	Martes, 10 de marzo de 2009	Jueves, 12 de marzo de 2009	Martes, 10 de marzo de 2009	Viernes, 13 de marzo de 2009
Post-Reporte 6	Individual	Martes, 17 de marzo de 2009	Jueves, 19 de marzo de 2009	Martes, 17 de marzo de 2009	Viernes, 20 de marzo de 2009
Post-Reporte 7	Individual	Martes, 24 de marzo de 2009	Jueves, 26 de marzo de 2009	Martes, 24 de marzo de 2009	Viernes, 27 de marzo de 2009
Post-Reporte 8	Grupal	Miércoles, 25 de marzo de 2009	Viernes, 27 de marzo de 2009	Miércoles, 25 de marzo de 2009	Lunes, 30 de marzo de 2009
Investigación	Grupal	Martes, 17 de marzo de 2009	Jueves, 19 de marzo de 2009	Martes, 17 de marzo de 2009	Viernes, 20 de marzo de 2009
Reporte Técnico de Presentación	Grupal	Lunes, 27 de abril de 2009	Miércoles, 29 de abril de 2009	Lunes, 27 de abril de 2009	Jueves, 30 de mayo de 2009

## ID Y ENSEÑAD A TODOS

