

Las medidas y su incertidumbre

Laboratorio de Física: 1210	Unidad 1
-----------------------------	----------

Temas de interés.

1. Mediciones directas e indirectas.
2. Estimación de la incertidumbre.
3. Registro de datos experimentales.

Palabras clave.

Medida directa. Medida indirecta. Incertidumbre. Redondeo de cifras. Histograma.

Importancia en la química.

En el área de la física así como de la química es muy importante que los estudiantes y profesionistas conozcan los términos y conceptos de medición y metrología para reportar de manera adecuada los resultados obtenidos a partir de mediciones y con ello poder estructurar correctamente un informe científico, tal y como son los casos de determinación de pH, el rendimiento de una reacción, el análisis espectroscópico de una sustancia orgánica, la determinación de una susceptibilidad magnética de un compuesto inorgánico; entre un sin fin de propiedades y características que se determinan con una medición.

Objetivos.

- Conocer el vocabulario metrológico y del sistema internacional para aprender a reportar datos correctamente.
- Comprender la importancia de una medida y la diferencia entre medición directa e indirecta.
- Entender el concepto de incertidumbre, los diferentes tipos que existen y realizar los cálculos necesarios para su determinación.
- Conocer los conceptos de histogramas y su aplicación a una relación de medidas.

Introducción.

Es muy importante, en el área de las ciencias, que los estudiantes y profesionistas conozcan los términos y conceptos metrológicos al momento de realizar un informe científico. Así, es necesario hacer un estudio conciso del vocabulario metrológico para conocer algunos conceptos indispensables para este laboratorio, por ejemplo la definición de medida (La acción de determinar una magnitud con un utensilio o aparato tomando como referencia un patrón definido), mensurando (Una cantidad finita determinada a través de una medición), valor convencionalmente verdadero (Corresponde a un valor establecido por convención o designación, debido a que no se puede encontrar el valor verdadero experimentalmente), magnitud (Propiedad de los cuerpos que puede ser medida), precisión (Es el valor obtenido mediante la repetición de medir una cantidad particular), exactitud (Cuando los valores obtenidos en una medición se encuentran cercanos al valor convencionalmente verdadero).

Además como parte fundamental para la correcta escritura de las expresiones matemáticas ya sea en sus magnitudes básicas o derivadas, así como la notación científica de los valores o la presentación de manera homogénea (igualdad de cifras significativas), se debe de estudiar el sistema internacional de unidades.

El propósito de esta práctica es comprender el concepto de medición, el cual se define como “Un acto para determinar la magnitud de un objeto en cuanto a cantidad”. En este sentido es posible realizar dos tipos de mediciones, a) la medición directa, que consiste en determinar la magnitud de un objeto mediante un instrumento de medición y b) la medición indirecta, que consiste en la determinación de alguna magnitud mediante la combinación de dos o más mediciones directas.

Cada medida tiene asociada una incertidumbre (u) y/o un error (aleatorio o sistemático), los cuales deben ser reportados correctamente dependiendo de la información contenida en la medida, las características del instrumento utilizado y/o el valor convencionalmente verdadero. En el caso de la incertidumbre es importante distinguir entre la tipo A, B, combinada y la propagación de incertidumbre.

Cuando se hace la medición de una variable aleatoria y se obtiene una gran cantidad de datos, es posible emplear un histograma para representar gráficamente los valores obtenidos de las diferentes mediciones de dicha variable.

Procedimiento experimental.

Material y equipo.

Regla o flexómetro.
Vernier.
Tornillo micrométrico.
Balanza.
Cuerpos sólidos con geometrías bien definidas o materiales afines a su carrera.
2 lotes de 50 piezas (dulces, tornillos, clavos, rondanas, etc.)

El profesor a cargo del curso deberá establecer los criterios para el uso de instrumentos digitales o analógicos.

Procedimiento.

Etapa 1. Estudio de los instrumentos.

Antes de realizar cualquier medición es necesario identificar las especificaciones y características de cada instrumento y registrarlas en la tabla 1. Estas deben buscarse en el manual correspondiente de cada instrumento.

Es necesario que el profesor supervise el uso correcto de los instrumentos observando que los estudiantes practiquen mediante simulaciones de mediciones antes de realizarlas realmente.

Etapa 2. Mediciones directas.

Seleccionar varios instrumentos y realizar al menos cinco diferentes mediciones¹ de las variables pertinentes en cada uno de los objetos. Los valores de las lecturas deberán registrarse en la tabla 2.

Calcular los valores de incertidumbre tipo A, B o combinada para cada medición.

¹ Usando como referencia la Norma Oficial Mexicana **NOM-008-SCFI-2002**. El 24 de septiembre de 2009 se emitió en el Diario Oficial de la Federación una modificación respecto del signo decimal que indica “El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,) o un punto sobre la línea (.)”

Etapa 3. Mediciones indirectas.

Seleccionar algún cuerpo geométrico y realizar al menos 10 mediciones de cada una de las dimensiones del cuerpo para determinar alguna característica, como es área o volumen. Los datos serán colocados en la tabla 3.

Etapa 4. Construcción de un histograma.

Elegir uno o ambos lotes y pesar cada una de las muestras, tanto con una balanza digital como con una balanza mecánica. Colocar los datos en la tabla 4.

Obtener la información relativa a la masa, generalmente reportada como contenido neto, en el empaque del producto.

Tabla 1. Características de los instrumentos.

Características del instrumento	Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3	Instrumento 4	Instrumento 5
Nombre					
Marca					
Modelo					
Mensurando					
Unidades					
División mínima					
Alcance					
Intervalo de indicación					
Resolución					
Incertidumbre B					

Tabla 2. Mediciones directas.

	Objeto 1	Objeto 2	Objeto 3	Objeto 4	Objeto 5
Nombre					
Mensurando					
Instrumento utilizado					
Unidades					
Medida 1					
Medida 2					
Medida 3					
Medida 4					
Medida 5					
Medida n					

Tabla 3. Medición indirecta.

	Variable 1	Variable 2	Variable 3
Medida 1			
Medida 2			
Medida 3			
Medida 4			
Medida 5			
Medida 6			
Medida 7			
Medida 8			
Medida 9			
Medida 10			
Medida n			

Tabla 4. Registro de lotes para histograma.

Mediciones por cada lote, unidades : _____									
1		11		21		31		41	
2		12		22		32		42	
3		13		23		33		43	
4		14		24		34		44	
5		15		25		35		45	
6		16		26		36		46	
7		17		27		37		47	
8		18		28		38		48	
9		19		29		39		49	
10		20		30		40		50	

Tratamiento de datos.

Para los datos provenientes de la medición directa, realizar las operaciones estadísticas necesarias y completar la tabla 5, la cual corresponde a los valores promedio y las incertidumbres asociadas a cada medida.

Tabla 5. Incertidumbres calculadas para mediciones directas.

	Promedio	Desviación estándar	u_A	u_B	u_C
Objeto 1					
Objeto 2					
Objeto 3					
Objeto 4					
Objeto 5					

En el caso de la etapa de mediciones indirectas y, como función tanto del objeto como de las características medidas, completar la tabla 6 la cual es sólo una guía para registrar los datos.

Tabla 6. Incertidumbres estimadas para mediciones indirectas.

	Promedio variable 1	Promedio variable 2	Medición indirecta	u_C variable 1	u_C variable 2	u propagación
Objeto 1						
Objeto 2						

En el caso de las mediciones directas de los lotes de 50 piezas, construir un histograma de frecuencias. Para ello es necesario:

1. Ordenar en forma ascendente los datos.
2. Distribuir en clases y hacer el gráfico de barras para ver su distribución.
3. Generar los datos necesarios para llenar la tabla 7.

Tabla 7. Datos provenientes del análisis de los lotes.

Número de medidas	
Promedio	
Valor mínimo	
Valor máximo	
Intervalo	
Número de clases	
Tamaño de clase	
Media	
Mediana	
Moda	
Varianza	
Desviación estándar	

Una vez construido el histograma verificar si la distribución de valores es o no gaussiana². Esta verificación permite confirmar los parámetros que se indican en la tabla 7.

² Para mayor información acerca de los histogramas consultar el documento Gaussian.pdf en la página del AMYD de la Facultad de Química, UNAM. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Gaussian_27855.pdf

Es recomendado hacer énfasis en el hecho de que el cálculo de la media y la desviación estándar³ tienen su fundamento en el análisis matemático de los puntos críticos de la función gaussiana. De este modo los estudiantes podrán verificar el uso del cálculo diferencial e integral, que ya han cursado en el primer semestre, comprobando que se trata de conocimientos y conceptos fundamentales.

Cuestionario.

- ¿Cuál es la diferencia entre una medida directa y una medida indirecta?
- ¿Cuál es la diferencia entre incertidumbre A e incertidumbre B?
- ¿Son comparables las mediciones de una dimensión obtenidas con instrumentos de diferente resolución?
- ¿La incertidumbre de una medida indirecta en donde se usa un solo instrumento es igual, menor o mayor que la asociada a las medidas directas involucradas?
- Cuando se usan instrumentos con resolución diferente para realizar una medida indirecta, por ejemplo una regla (± 0.05 cm) y un tornillo micrométrico (± 0.0001 cm), ¿con cuántas cifras después del signo decimal debe expresarse la incertidumbre?

Ejercicio 1. Considere el siguiente conjunto de mediciones de longitud. La unidad está en cm.

0.06	1.04	1.21	1.88	2.06	2.10	2.14	2.27	2.47	2.60
2.70	2.89	3.07	3.09	3.30	3.31	3.50	3.71	3.78	3.86
3.93	4.06	4.15	4.19	4.22	4.38	4.40	4.45	4.55	4.57
4.66	4.77	4.86	4.86	4.87	4.91	4.98	5.05	5.08	5.08
5.13	5.19	5.19	5.22	5.37	5.40	5.43	5.49	5.55	5.57
5.59	5.59	5.66	5.68	5.69	5.71	5.72	5.75	5.90	5.91
5.91	6.03	6.13	6.21	6.29	6.29	6.42	6.44	6.50	6.57
6.60	6.68	6.72	6.78	6.83	6.84	6.85	6.86	7.03	7.11
7.26	7.31	7.61	7.63	7.64	7.67	7.72	7.78	7.83	7.85
7.86	7.88	7.89	7.97	7.99	8.04	8.10	8.19	8.23	8.23
8.28	8.39	8.39	8.51	8.57	8.57	8.62	8.62	8.66	8.66
8.69	8.76	9.10	9.19	9.24	9.28	9.35	9.50	9.60	9.69
9.76	9.76	9.86	10.11	10.12	10.58	10.65	10.83	11.13	11.21
11.30	11.43	11.48	11.99	12.01	12.44	13.59			

Calcular la media aritmética y la desviación típica de la muestra.

Con base a los datos anteriores, construir un histograma, asociar la función gaussiana correspondiente, calcular $\mu - \sigma$, $\mu + \sigma$ y determinar las incertidumbres tipo A, B y combinada.

Bibliografía.

- Kirkup, L.; Frenkel, R. B.; *An introduction to uncertainty in measurement*. Editorial Cambridge, 2006.
- Miranda Martín del Campo, J.; *Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental, 2000.
- Spiegel, M. R.; Stephen, L. J.; *Estadística*. Serie Schaum. Cuarta edición. Editorial Mc Graw Hill, 2009.
- Ohanian, H. C.; Markert, J. T.; *Física para ingeniería y ciencias*, volumen 1. Tercera edición. Editorial Mc Graw Hill, 2009.
- *Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)*. Tercera edición, traducción al español, 2009.

³ Es importante hacer nota que la desviación típica, solo es referida a una medición directa, mientras que desviación estándar es referida a mediciones indirectas.