APENDICE A

MEDIDA

Medir es una operación básica en todos los experimentos químicos. Para medir cualquier cantidad, uno debe tener algo para medirla - un "patrón de comparación" - y una ténica apropiada para comparar lo desconocido con el patrón.

Por cientos de años el hombre usó patrones de comparación burdos y comunes al hacer medidas. La longitud, por ejemplo, era medida en términos de la anchura de un dedo pulgar humano (una pulgada), la distancia entre la punta de la nariz y las puntas de los dedos con el brazo extendido (una yarda) o la longitud del paso de un hombre (una milla = mil pasos; en latín "milla" significa "mil").

El actual sistema inglés de medir, aunque ahora basado en patrones más precisamente definidos, es el descendiente directo de los patrones antiguos y flexibles. Los primeros patrones aún son convenientes, pero las dimensiones de un hombre no son siempre las mismas a lo largo del tiempo o de persona a persona. Para medidas apropiadas uno necesita patrones apropiados y fijos.

A-1. Sistema Métrico

Durante el pasado siglo XIX fué inventado en Francia un nuevo sistema de medida, llamado sistema métrico. El patrón de longitud fué relacionado con las dimensiones de la tierra más que con las dimensiones de un hombre. Las unidades en este sistema fueron definidas de tal suerte que resultaban relacionadas unas con otras por múltiplos de diez, esto es, resultó dentro del sistema decimal de contar. Además, se hizo el intento de establecer una relación simple entre las unidades de longitud, volúmen y masa. El patrón de longitud, el metro, fué definido como una diezmillonésima de la distancia del ecuador al polo norte, sobre un meridiano. La distancia que se creyó correspondiente a esta definición fué señalada sobre una barra de una aleación de platino-iridio, para los propósitos de comparación. Posteriormente, medidas más precisas mostraron que el metro no era exactamente una diezmillonésima de la distancia del polo al ecuador. Por lo tanto, el metro es definido ac-

tualmente como la distancia entre dos líneas sobre la barra de metal. Este metro - patrón se guarda en el Bureau Internacional de Pesas y Medidas en la ciudad de Sevres, Francia. En años recientes un patrón de longitud aún más exacto ha estado siendo usado: La longitud de onda de una de las líneas en el espectro del mercurio. El metro puede ser definido como un múltiplo de esta longitud de onda.

En la tabla A-1, son comparadas las unidades del sistema métrico con las unidades correspondientes en el sistema de inglés.

TABLA A-1

Comparación de algunas unidades de medida del sistema métrico y el inglés

Medida	Métrico	Inglés	Comparación
Longitud	Metro	Yarda	1.00 Mts. = 1.09 yardas
Volúmen	Litro	Cuarto	1.00 Litros = 1.06 cuartos (U.S.)
Fuerza	Newton	Poundal	1.00 Newton = 7.02 Poundals
Masa	Kilogramo	Libra	1.00 Kilogramos ≅ 2.20 Libras.

Actualmente el sistema métrico se usa en todos los países para los trabajos científicos y en la mayoría de los países para medidas comerciales. Para trabajos científicos el sistema es frecuentemente llamado "sistema m.k.s.". Las letras, m, k y s significan metros, kilogramos y segundos: Las unidades de la longitud, la masa y el tiempo.

A-2 Ventajas y desventajas de los dos sistemas

El sistema métrico tiene algunas ventajas sobre el sistema inglés. En primer lugar es adecuado respecto al sistema decimal de contar. En segundo lugar existe una relación decimal simple entre las unidades de longitud, volúmen y masa. En otras palabras, el sistema es enteramente consistente.

El sistema inglés, por otra parte, no es adecuado con

respecto al sistema de contar. Existe, igualmente, una variedad de unidades de medida que no tienen una relación simple de unas con otras.

Es interesante notar que el sistema Británico de moneda es adecuado con respecto al sistema Inglés de medidas (un chelín = 12 peniques; un pié = 12 pulgadas; y una docena = 12 unidades). Por otra parte, la moneda de los Estados Unidos, basada en el sistema decimal, no tiene una relación simple con el sistema inglés de medidas usadas comercialmente en este país.

Una ligera ventaja del sistema inglés sobre el sistema decimal es que en el primero la unidad de longitud puede ser dividida en más fracciones de números enteros que en el último. Así, 1/2, 1/3, 1/4 y 1/6 de pié son todos números pares de pulgadas. Sin embargo, únicamente 1/2 y 1/5 de metro son números pares de centímetros.

A-3 Medidas en el sistema métrico

A. Longitud

Algunos de los múltiples y sub-unidades del metro se consiguen más abajo. Los prefijos que se aplican aquí a la palabra metro, también pueden ser aplicadas a las otras unidades del sistema

1,000,000,000 de metros	=	1 gigámetro
1,000,000 de metros	=	1 megámetro
1,000 metros	=	1 kilómetro
10 metros	=	1 decámetro
0.1 metros	=	1 decímetro
0.01 metros	=	1 centímetro
0.001 metros	=	1 milímetro
0.000001 metros	=	1 micrómetro

Para convertir del sistema inglés de longitud al sistema métrico, o viceversa, es conveniente recordar los siguientes datos:

1.00 pulgadas = 2.54 centímetros

1.00 metros =39.37 pulgadas

Una relación más inexacta es: un centímetro es un poco menos que la mitad de una pulgada y un metro es aproximadamente una yarda.

B. Area

El area en el sistema métrico es expresada como milímetros cuadrados (como mm^2), centímetros cuadrados (cm^2), metros cuadrados (m^2), etc.

Para convertir areas en los dos sistemas, puede ser usada la siguiente relación:

1.00 pulgadas^2 = 6.45 cm^2

1.00 metros^2 = 1.20 yardas^2

C. Volúmen

En el sistema métrico, el volúmen puede ser expresado como milímetros cúbicos (mm^3), centímetros cúbicos (cm^3), metros cúbicos (m^3), etc. Igualmente, el volúmen puede ser expresado en litros (lts), o en mililitros (mls). El litro es definido como el volúmen que ocupa un kilogramo de agua a 4°C.

Los mililitros y los centímetros cúbicos son casi idénticos en volúmen. La diferencia (0.028%) es tan pequeña para la mayor parte de los fines que puede ser despreciada. Sin embargo, para todo trabajo preciso es necesario conocer que 1.00000 ml = 0.999972 cm^3.

Las siguientes relaciones entre el sistema métrico y el sistema inglés son de utilidad:

1.00 litros = 1.06 cuartos (U.S.)

1.00 galones (U.S.)= 3.78 litros

D. Masa y peso

La masa de un objeto es una propiedad física del objeto

que no cambia. Su peso es la fuerza ejercida sobre ese objeto debica a la atracción gravitacional de la tierra y es una cantidad variable puesto que la fuerza gravitacional varía de lugar en lugar sobre la superficie de la tierra. La medida de la masa de un objeto comunmente se hace comparándolo, en una balanza, con las masas de otros objetos de masa conocida (usual, o erroneamente, llamadas pesos). El patrón internacional de la masa, el kilogramo, al cual todos los conjuntos de masas restantes están relacionados, es un cilindro de aleación de platino-iridio que se guarda, junto con el metro-patrón, en Sevres, Francia.

Este kilogramo-patrón fué diseñado para que tuviera la misma masa que un litro de agua medido a 4°C temperatura a la que la densidad del agua es la mayor. Medidas subsecuentes han revelado que la masa de un litro de agua medidos a 4°C es en efecto 1.000027 Kg. en comparación con el cilindro de Sevres.

E. Temperatura

La temperatura en el sistema métrico es medida en grados Celsius (centígrados). El grado Celsius fué definido originalmente como 1/100 de la diferencia entre el punto de congelación y el punto de ebullición del agua, medida a una atmósfera de presión (Ver A-4, B, abajo). El cero en esta escala es la temperatura de una mezcla equilibrada de hielo y agua, y los 100° es la temperatura del agua en su punto de ebullición. El grado usado en la escala Kelvin, o absoluta, es la misma medida que el grado centígrado, pero es definido de un modo diferente (ver Sec.5-10). En este sistema, que es de lo más útil para describir sistemas químicos, el punto triple del agua es definido como 273.16°. El punto triple del agua es la temperatura a la cual el hielo, el agua y el vapor de agua están en equilibrio sin condiciones adicionales de presión. En esta escala, el punto de congelación normal del agua es aproximadamente 273.15°.

En seguida se muestra una comparación de las tres escalas comunes de temperatura:

	Punto de congelación del agua	Promedio de temperatura ambiente	Punto de ebullición del agua
Celsius (C)	0°C	20°C	100°C
Kelvin (K)	273°K	293°K	373°K
Fahrenheit (F)	32°F	68°F	212°F

Es conveniente recordar que las escalas Celsius y Fahrenheit coinciden a -40°.

Para conversiones entre los dos sistemas la información siguiente es útil. Nueve grados Fahrenheit son lo mismo que cinco grados Celsius, así:

1.00 grados Celsius = 1.80 grados Fahrenheit

1.00 grados Fahrenheit = 0.555 grados Celsius

A-4 Combinación de unidades

A. Densidad

La densidad es la masa de una substancia en un volúmen dado:

$$D = \frac{M}{V}$$

Una combinación de unidades de masa y volúmen dan más dimensionae de la densidad. En el sistema métrico, la densidad comunmente se expresa como gramos/cm^3.

B. Presión

La presión tiene las dimensiones de fuerza por unidad de área. La unidad de fuerza en el sistema métrico es el newton; un newton es definido como la fuerza que imprime a un kilogramo-masa una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

$$F = Ma$$

$$1 \text{ newton} = 1 \text{ kg} \left(\frac{1 \text{ metro}}{1 \text{ seg}^2}\right)$$

Puesto que la unidad de área es el metro cuadrado, la presión se indica en unidades de newtons por metro cuadrado. Las siguientes son algunas de las unidades que pueden ser usadas para expresar las dimensiones de la presión:

$$P = \frac{\text{fuerza}}{\text{área}} = \frac{\text{newtons}}{\text{metros}^2} = \frac{\text{kg}\left(\frac{\text{m}}{\text{seg}^2}\right)}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{(\text{m})(\text{seg}^2)}$$

La presión atmosférica comunmente se mide con el uso de un barómetro de mercurio (fig. A-1). La presión del aire sobre el mercurio en el recipiente abierto es suficiente para soportar la columna de mercurio en el tubo cerrado y el vacío, por lo tanto, es igual en magnitud a la presión que ejerce esta columna de mercurio en su base.

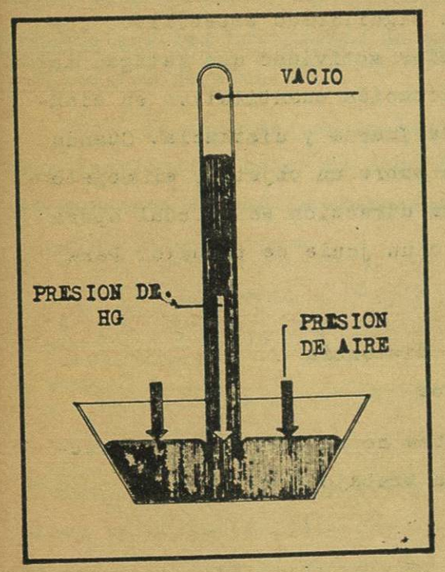

Figura A-1
BAROMETRO DE MERCURIO

La densidad del mercurio es 1.355×10^4 kg/m^3. Una columna de mercurio de un metro de alto que tiene una área seccional de un metro cuadrado tiene, por lo tanto, una masa de 1.355×10^4 Kg. La fuerza total debida a la gravedad que ejerce tal columna de mercurio sobre la base que la soporta es:

$$F = ma = 1.355 \times 10^4 \text{ kg} \times 9.80 \text{ m/seg}^2 = 1.328 \times 10^5 \text{ newtons}$$

donde 9.80 m/seg^2 es el valor usualmente empleado para la aceleración debida a la gravedad.

Se observa que la atmósfera al nivel del mar soporta una columna de mercurio de aproximadamente 76 cm de altura. Para establecer una unidad de medida fácilmente reproducible una atmósfera de presión ha sido definida como la presión que soporta una columna de mercu-