



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Ingeniería Química



Laboratorio de Taller y Proyectos: Módulo: Manejo de energía

L1-Determinación de los Niveles de tres Propiedades Físicas, su Análisis y Correlación

Equipo 1 Integrantes:

- Escogido Galindo Daniel
- Hernández Bernal David Alexander
- Mora Estrada Gilberto
- Pérez García Katya Lizbeth
- Ríos Hernández Nidia Monserrat
- Rivera Calderón Raúl Eduardo
- Rodríguez Rivera Javier
- Rojas Velázquez Adrián Emanuel
- Rosas Hernández Alejandro
- Rodríguez Rivera Javier
- Vaca Solís Ángel Daniel
- Villegas Echeverría Selene

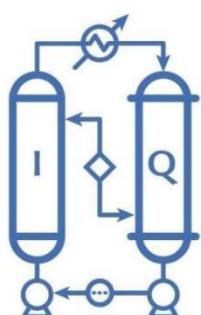
Periodo: 2024-1

Semestre: 6to

Grupo: 3663

Asesor: Herrera Toledo Rodolfo Alberto

Fecha: 28 de agosto del 2023



1. Introducción

El propósito de la presente práctica es la determinación de las propiedades físicas: densidad, solubilidad e índice de refracción a través de tres sistemas diferentes: etanol-agua, cloruro de sodio-agua y sacarosa-agua a diferentes concentraciones de soluto. Para la determinación de la densidad se utilizó un picnómetro sacando una relación entre el peso del picnómetro con aire y el peso del mismo con la disolución. El índice de refracción se midió a través del refractómetro y la solubilidad con la cantidad de sustancia agregada hasta que la disolución se sature.

2.jetivos

26. Determinar los valores de la densidad, solubilidad e índice de refracción de soluciones sólido-líquido y líquido-líquido.
- Analizar el efecto que produce la variación de la concentración en la densidad y en el índice de refracción de disoluciones.
 - Analizar el efecto que produce la variación de la temperatura en la solubilidad de un sólido en agua (sacarosa, cloruro de sodio, barita y fluorita).

3. Fundamento Teórico.

27. ¿Qué es densidad?

El término “densidad” proviene del campo de la física y la química y alude a la relación que existe entre la masa de una sustancia (o de un cuerpo) y su volumen. Se trata de una propiedad intrínseca de la materia, ya que no depende de la cantidad de sustancia que se considere.

La densidad, propiedad que habitualmente se expresa en kilogramo por metro cúbico (kg/m^3) o gramo por centímetro cúbico (g/cm^3), varía en mayor o menor medida en función de la presión y la temperatura, y también con los cambios de estado.

Debido a la poca cohesión entre sus partículas, por lo general, los gases tienen menor densidad que los líquidos y los líquidos tienen menor densidad que los sólidos.

$$\rho = \rho (x, y, z)$$

En este caso, la densidad se denomina densidad puntual y es la cantidad de masa contenida en una diferencial de volumen:

$$\rho = \rho(x, y, z) = \frac{dm}{dV} \quad (2)$$

La densidad puntual, que es la misma en cualquier punto del sistema a nivel macroscópico, está referida a un sistema de coordenadas cartesianas o rectangulares, coordenadas polares, esféricas, cilíndricas, etc.

La densidad promedio $\hat{\rho}$ se define como:

$$\hat{\rho} = \frac{R \iiint \rho(x, y, z) dV}{R \iiint dV} \quad (3)$$

¿Cómo se determina la densidad?

Algunos métodos para determinar la densidad.

➤ Determinación de la densidad de un sólido no poroso

Se pesa inicialmente el sólido y luego se coloca en un volumen de líquido previamente medido y en el cual el sólido no se disuelve.

El aumento de volumen del líquido corresponde al volumen del sólido.

El procedimiento se ilustra esquemáticamente en la Figura 1.

➤ Método Hidrométrico para determinar la densidad de líquidos

Se basa en el principio de Arquímedes, que establece que un objeto flotante desplaza su propio peso en líquido. El flotador hidrométrico se construye de modo que los intervalos de la escala corresponden a volúmenes definidos y como su peso es conocido, la escala se calibra en unidades de densidad. Ver Figura 2. El hidrómetro mide la densidad relativa de la sustancia.

➤ Determinación de la densidad de un líquido usando un picnómetro

El picnómetro es un recipiente pequeño que tiene un volumen exacto conocido.

Se pesa el picnómetro conteniendo aire (A). Se llena el picnómetro con el líquido de densidad desconocida y se pesa nuevamente (B). El peso del líquido se obtiene por diferencia de (B-A). La densidad relativa del líquido de densidad desconocida se obtiene conociendo el peso del picnómetro lleno con un líquido de densidad conocida.

➤ Solubilidad

La solubilidad de una sustancia en un disolvente es la concentración de esta en una disolución saturada. Una disolución está saturada cuando, a una cantidad dada de disolvente se le agrega soluto y no hay aumento neto en la concentración del material disuelto, sin importar cuánta sustancia no disuelta se encuentre presente.

Cuando se disuelve en agua un sólido iónico, sus iones son los solutos reales. Por ejemplo, si se disuelve en agua cloruro de sodio, se establece el siguiente equilibrio:

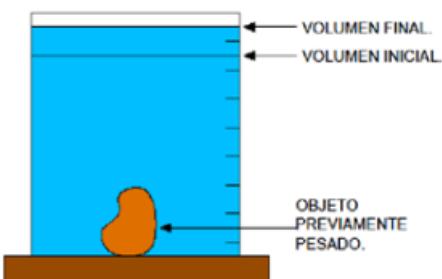
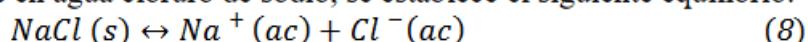


Figura 1. Determinación de la densidad de sólidos insolubles por desplazamiento de líquido.

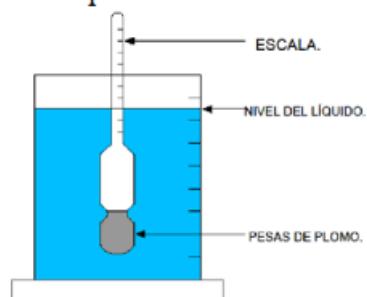


Figura 2. Determinación de la densidad de un líquido empleando un hidrómetro.

- Índice de Refracción

El índice de refracción es una medida de la desviación que sufre una onda electromagnética al pasar de un medio a otro. Ver Figura 3 de acuerdo con la ley de Snell el índice de refracción se define como:

$$n = \frac{\sin(i)}{\sin(r)} \quad (14)$$

En donde i es el ángulo de incidencia y r es el ángulo de refracción, ambos con respecto a la normal.

Cuando el medio l es el vacío, el índice de refracción es entonces igual a:

$$n = \frac{c}{v} \quad (15)$$

En donde c es la velocidad de la luz en el vacío y v es la velocidad de la luz en el medio 2.

La utilidad del índice de refracción estriba en su aplicación al análisis de composición de mezclas binarias, entre otras.

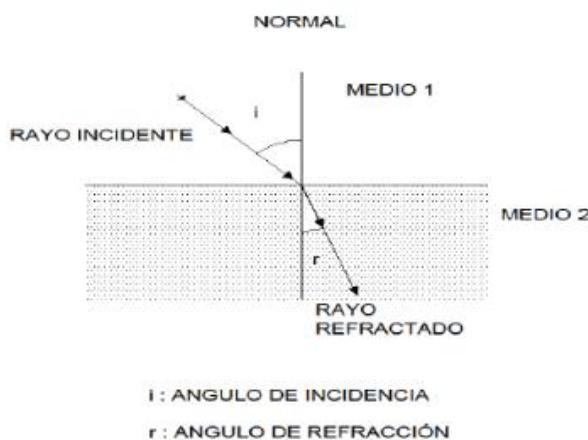


Figura 3. Índice de refracción, desviación de un haz luminoso al pasar de un medio a otro.

4. Materiales y equipo

28. Materiales

- 2 vasos de precipitados de 1000 mL
- 5 vasos de precipitados de 250 mL
- 5 vasos de precipitados de 50 mL
- 2 probetas de 50 mL
- 3 picnómetros (10, 25 o 50 mL)
- 3 pipetas de 1 mL
- 3 pipetas volumétricas de 10 mL
- 1 vidrio de reloj de 8 cm de diámetro
- 1 termómetro de -10 a 100° C con resolución a 1° C

- 2 espátulas con mango de madera chicas
- 1 picota de 500 mL
- Algodón para limpiar los prismas del refractómetro

➤ Reactivos

- 100 g de Sacarosa
- 100 g de Cloruro de sodio
- 100 g de Etanol
- 2 litros de agua destilada

➤ Equipo

- Balanza analítica.
- Balanza granataria.
- Refractómetro.
- Agitador Caframo con propela.
- Parrilla de calentamiento

➤ Servicios

- Electricidad

5. procedimiento

29. Determinación de la densidad

La densidad se determina utilizando un picnómetro limpio y seco. Inicialmente, se pesa el picnómetro junto con su tapa en la balanza analítica. La muestra se introduce con una pipeta volumétrica y se pesa nuevamente. La densidad de la muestra se determina con la relación:

densidad=masa de la muestra/volumen de la muestra

Se registra la temperatura ambiente. La muestra se devuelve a la disolución y el picnómetro se lava y seca antes de proseguir con la siguiente determinación.

Picnómetro de 10 ml con disoluciones sacarosa-agua



Picnómetro de 25 ml con disoluciones sacarosa-agua



Picnómetro de 50 ml con disoluciones sacarosa-agua



Determinación de la solubilidad

Sacarosa y Cloruro de sodio

En un vaso de precipitados de 250 ml se pesan 100 g de solvente en la balanza granataria y se coloca en un baño a temperatura constante con agitación. Se agrega la substancia poco a poco a la que se le va a determinar la solubilidad y se espera hasta que se disuelva en su totalidad; se vuelve a agregar más substancia hasta que la disolución se sature. Este punto se detecta cuando se observa que existe un remanente insoluble en la disolución. En ese momento se saca el vaso de precipitados del baño de temperatura, se seca exteriormente y se pesa de nuevo. La diferencia de peso constituye el soluto disuelto en 100 g de disolvente. Hacer las determinaciones a 30,40 y 50 °C. En cada caso el disolvente es agua.

6.ibración del Refractómetro

- 30.1- Conectar el enchufe del cordón con el transformador externo en la posición estándar de 115V CA y de 50 a 60 Hz. Bajar el interruptor del iluminador.
- 2- Abrir la parte superior del prisma y limpiar cuidadosamente el prisma de medición, con algodón, sin presionar demasiado, Tener cuidado de no rayar el prisma.
- 3- Aplicar 1 o 4 gotas de agua destilada con una pipeta sin tocar la superficie del prisma.
- 4- Bajar el interruptor del iluminador y usar el tornillo hasta ajustar el índice de la escala (Visible a través del ocular) al valor de 1.322 a 20 C.
- 5- Enfocar con el ocular para una mejor definición de la retícula y la escala.
- 6- Ajustar la posición del brazo del iluminador
- 7- Usar el disco compensador o el tornillo para centrar la línea divisoria de reflexión, exactamente sobre el punto de intersección de la retícula
- 8- Repetir la medición varias veces
- 9- Si el índice de refracción se dispara y no coincide con el valor indicado anteriormente, se debe insertar la llave Allen que trae el aparato en el orificio junto al tornillo, ajustando la escala hasta obtener el valor exacto.
- 10- Para proceder a hacer las determinaciones de las muestras se siguen los mismos pasos, evitando la presencia de burbujas y procurando que la superficie del prisma quede cubierta antes y después de cada determinación.



7.blas de resultados

31. Solución Sacarosa-agua:

Se utilizó la siguiente tabla para realizar las disoluciones sacarosa-agua y a partir de estas disoluciones se realizaron la determinación de densidad, determinación de solubilidad y el índice de refracción.

% de azúcar	% agua	masa de azúcar	masa de agua
0	100	0	50
10	90	5	45
30	70	15	35
50	50	25	25

Densidad

Picnómetro 10 ml

Muestra	Peso sin disolución (g)	Peso con disolución (g)	Diferencia de masas	Densidad
1	16.2367	26.2367	9.93355	0.9933
2	16.2367	26.5466	10.2454	1.0245
3	16.2367	26.9220	10.6208	1.0620
4	16.2367	28.2143	11.9131	1.1913

Picnómetro 25 ml

Muestra	Peso sin disolución (g)	Peso con disolución (g)	Diferencia de masas	Densidad
1	21.0622	46.3289	25.2667	1.0106
2	21.0622	46.7487	25.6865	1.0274
3	21.0622	48.9697	27.9075	1.1163
4	21.0622	50.6384	29.5762	1.1830

Picnómetro 50 ml

Muestra	Peso sin disolución (g)	Peso con disolución (g)	Diferencia de masas	Densidad
1	33.3229	82.7510	49.4281	0.9885
2	33.3229	85.2272	51.9043	1.0380
3	33.3229	88.6395	55.3166	1.1063
4	33.3229	93.2838	59.9709	1.1994

Índice de refracción

Muestra	Masa de azúcar	Masa de agua	n
1	0	50	1.332
2	5	45	1.345
3	15	35	1.378
4	25	25	1.417

Solubilidad

Se obtuvieron los siguientes resultados muy cercanos a los valores teóricos, al graficar se linealiza la curva obteniendo la ecuación que describe el comportamiento de la solubilidad de la sacarosa en el agua.

Peso del vaso con 100 g de H ₂ O	Temperatura °C	Peso final del vaso con H ₂ O y sacarosa (g)	Diferencia de peso
296.0484	30	505.75	209.7016
304.3614	40	534.4	230.0386
290.7038	50	525.3	234.5917

De las disoluciones de sal de mesa (NaCl):

Los resultados obtenidos experimentalmente para este apartado únicamente pudieron documentar dos mediciones de masa debido a que, al superarse la última medición observada en la tabla a continuación, se llegó al punto de saturación de la disolución a la temperatura correspondiente a 25°C (ambiente).

		Sistema de pesado (1)	
	Masa de sal (g)	Agua (g)	Volumen en probeta (mL)
	0	50.31	50
	5	45	47
Saturada	Saturada	Saturada	Saturada
Saturada	Saturada	Saturada	Saturada

Posteriormente se obtuvieron los resultados a continuación sobre la medición de masa en un picnómetro de 50 mL con el fin de obtener la densidad. Ésta fue obtenida a partir del cociente de los gramos tarados (medición - –eso del picnómetro) y el volumen de disolución en la probeta (mL).

Pesado picnometro (5)		
Gramos	Gramos Tarados	Densidad (Gramos Tarados /
410.72	242.92	4.828463526
417.74	249.94	5.31787234
Saturada	Saturada	Saturada
Saturada	Saturada	Saturada
Saturada	Saturada	Saturada

En tercer lugar, se midieron las muestras de la tabla anterior en un refractómetro para obtener su respectivo índice de refracción.

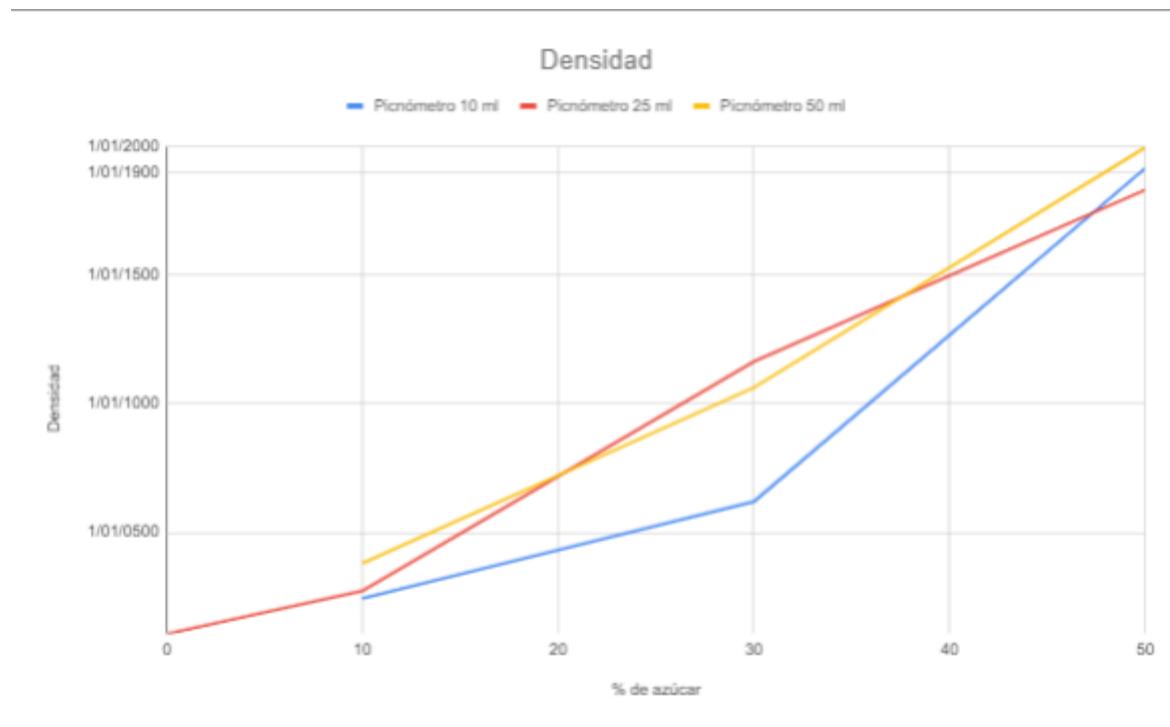
Índice de refracción (7)	
Muestra	Medición (índice de refracción)
100% agua	1.3321
90% agua	1.3495
70% agua	-
50% agua	-

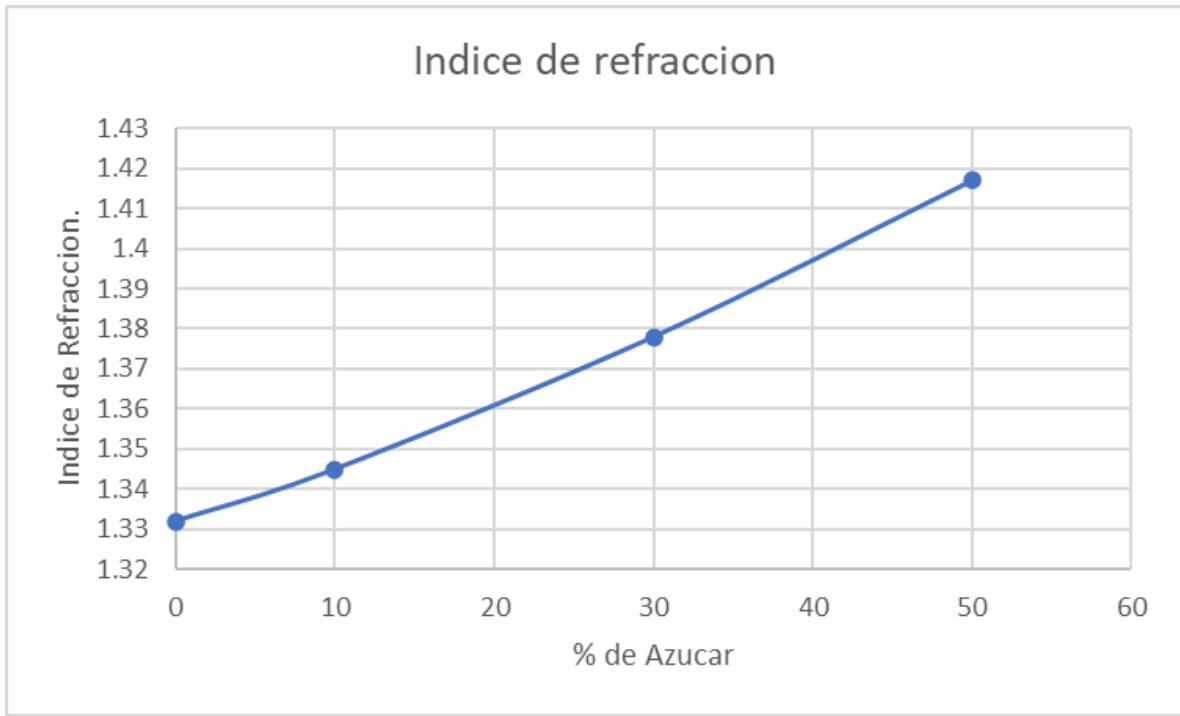
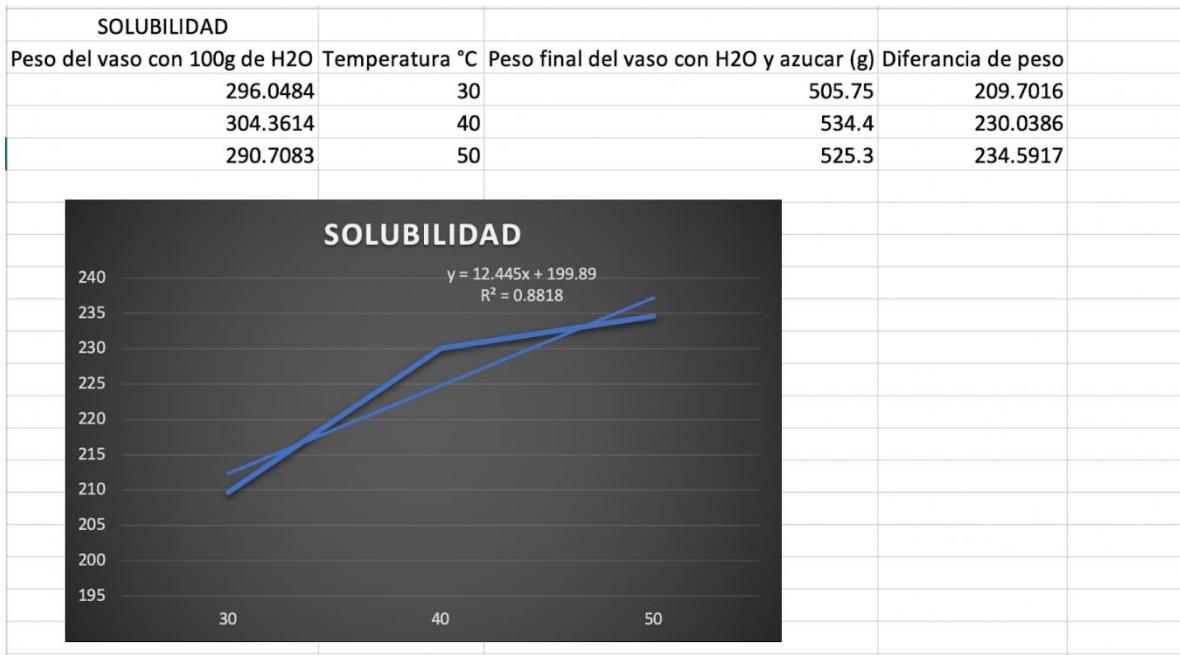
Finalmente, con ayuda de un baño María, se realizó la medición de la cantidad de gramos que se disuelven en un volumen de 100 mL de agua a las temperaturas registradas en la columna número dos.

Determinación solubilidad (8)	
Gramos en 100mL	Temperatura (°C)
30	25
31.3	30
32.2	40
33	50

8. atamiento de datos

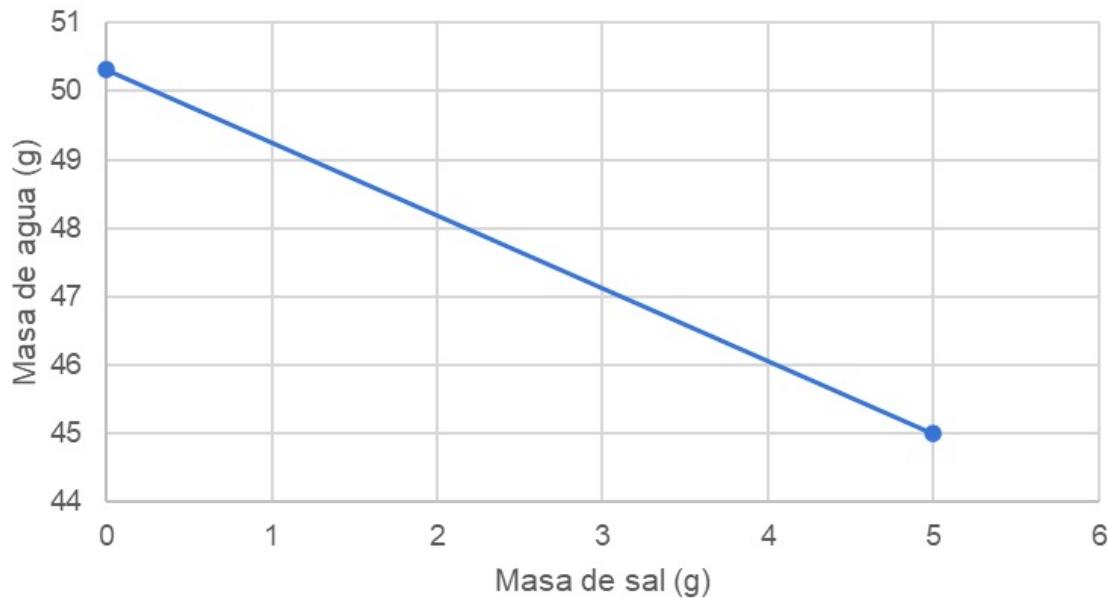
32. Disoluciones sacarosa-agua



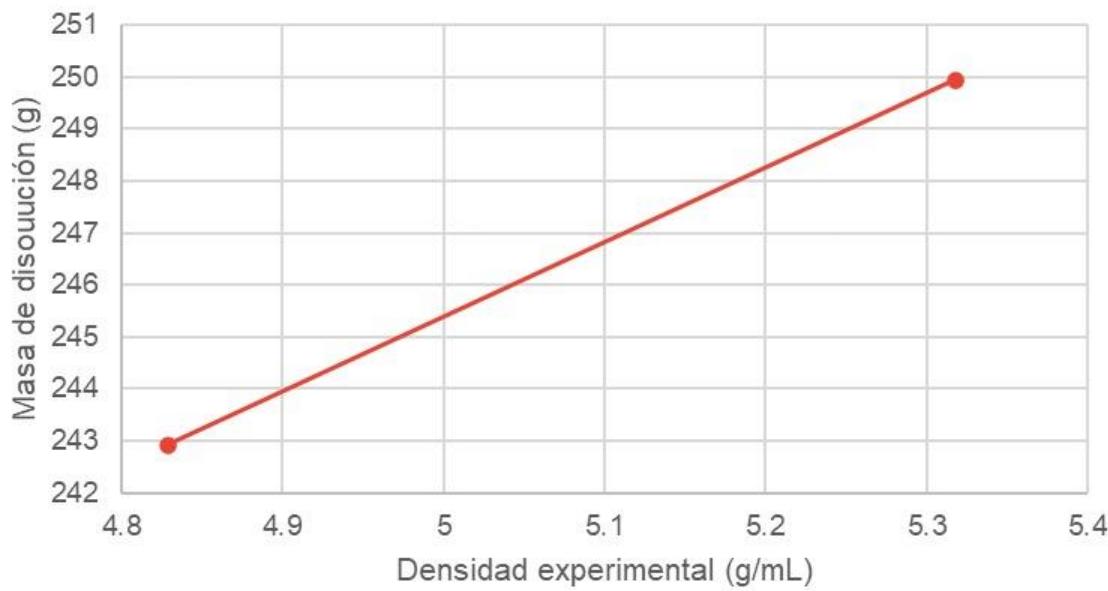


Disoluciones cloruro de sodio-agua

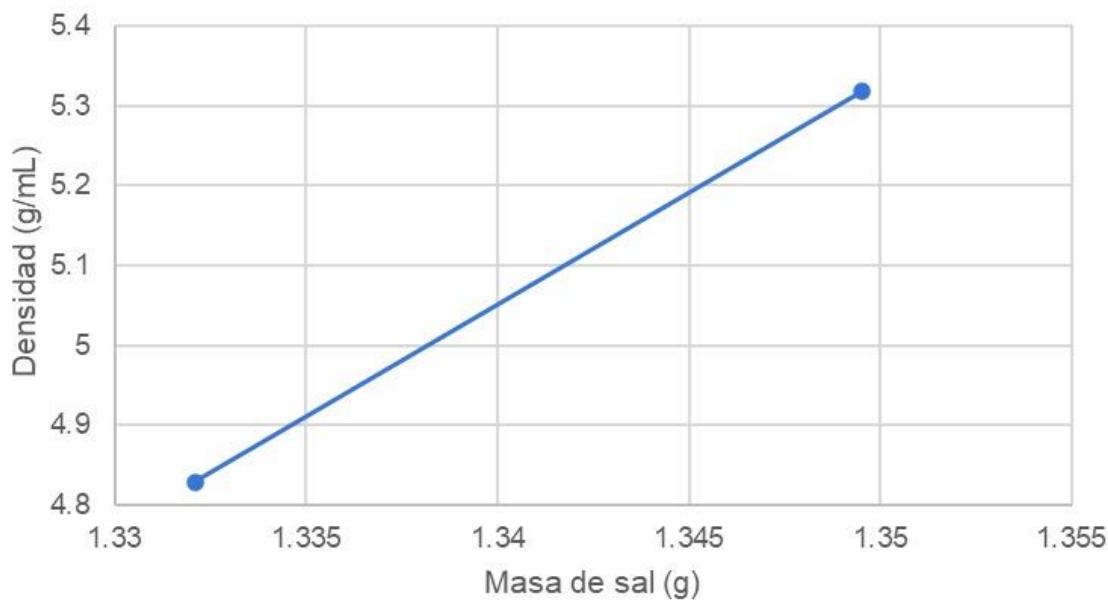
Sistema de pesado: Sal vs Agua



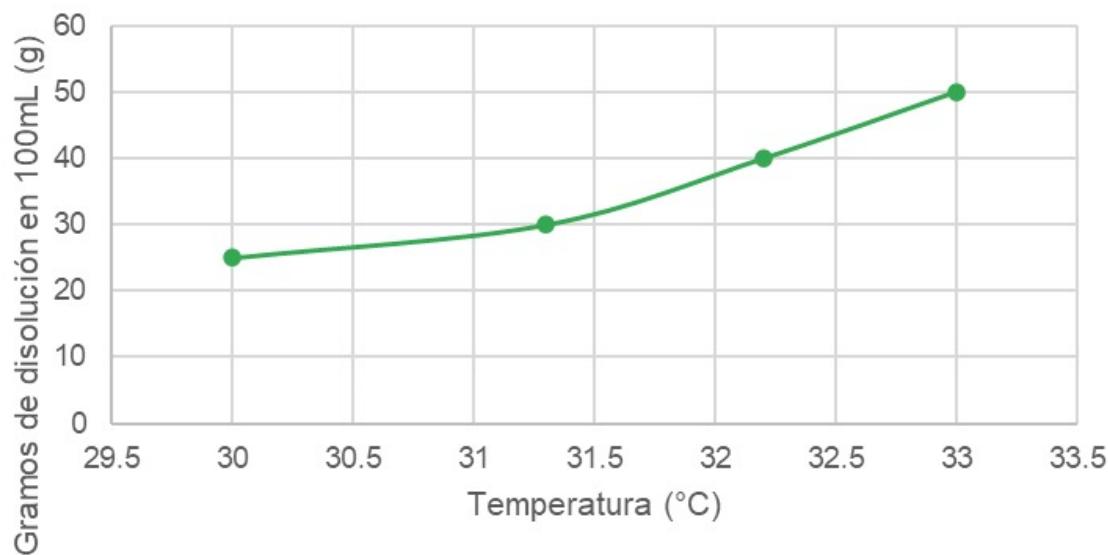
Pesado en picnómetro: Masa de disolución vs Densidad experimental



Determinación del índice de refracción de la muestra



Determinación solubilidad: Gramos en la disolución vs Temperatura (°C)



De las soluciones de etanol (OH):

Para las soluciones preparadas con etanol sólo se hicieron las pruebas de determinación de la densidad y del índice de refracción. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de agua y etanol usados para preparar dichas soluciones:

% Etanol	% Agua	Vol. Etanol (ml)	Vol. Agua (ml)
100	0	30	0
75	25	22.5	7.5
50	50	15	15
25	75	7.5	22.5
0	100	0	30

Para determinar la densidad de cada solución se usó un picnómetro limpio y seco. Se pesó el picnómetro con su tapa en la balanza analítica, se anotó el peso marcado, se añadió la primera solución (100% etanol) y se anotó el peso. Se lava el picnómetro después de tomar los valores de su masa y se repiten los pasos para las siguientes 4 soluciones restantes.

La densidad de la muestra se determinó con la relación:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa de la muestra}}{\text{volumen de la muestra}}$$

Donde la masa de muestra es la diferencia entre el peso del picnómetro y el peso del picnómetro con la disolución, y el volumen de la muestra es la capacidad del picnómetro.

La siguiente tabla muestra los pesos (en gramos) y el volumen (en mililitros) para la determinación de la densidad:

Muestra	Peso sin Solución (g)	Peso con Disolución (g)	Volumen (mL)
1ra	17.5630	26.5496	9.77
2da	21.3795	45.2120	25
3ra	21.2946	46.1325	25
4ta	17.55	37.6326	9.77
5ta	31.4377	81.2141	50

Con esos valores se sacó la diferencia de los pesos y se determinó el valor de la densidad para cada solución. Para la primera solución los cálculos fueron:

$$26.5496\text{g} - 17.563\text{g} = 8.9866\text{g} \quad \text{masa de la muestra}$$

$$\text{Densidad} = 8.9866\text{g} / 9.77 \text{ mL} = 0.919815 \text{ g/mL} \quad \text{densidad de la solución}$$

Realizando las operaciones anteriores para cada solución nos queda:

Muestra	Diferencia de Masas (g)	Densidad (g/mL)
1ra	8.9866	0.9198
2da	23.8306	0.9532
3ra	24.8379	0.9935
4ta	9.5639	0.9789
5ta	49.7814	0.9956

Para obtener el índice de refracción se colocaron 3 gotas en el prisma del refractómetro, se observó y se ajustó el espectro a la mitad del lente, se observó la medición y se anotó el valor. Después del uso se limpia el prisma y se repite el proceso con las 4 soluciones restantes. Los valores observados fueron:

Muestra	Concentración de Agua (%)	Concentración de Etanol (%)	Índice de Refracción
1ra	0	100	1.357
2da	25	75	1.356
3ra	50	50	1.349
4ta	75	25	1.341
5ta	100	0	1.33

9. conclusiones.

33. Al realizar la práctica pudimos observar cómo incluso una pequeña variación de alguno de los factores como la densidad, solubilidad, índice de refracción, etc., influye drásticamente en los resultados de cada medición. Además,

pudimos observar algunos cambios entre los valores teóricos y los obtenidos en la práctica.

10bliografía.

34. Shriner (1996). Identificación sistemática de compuestos orgánicos. Editorial Limusa. México