

**COLECCIÓN DE PROBLEMAS DE
TERMODINÁMICA
ENSEÑANZA PRÁCTICA
(1212 EP)**

**FACULTAD DE QUÍMICA
UNAM**

AGOSTO 2007.

**Q. GUILLERMINA SÁNCHEZ SALINAS.
IQ RAMIRO E. DOMÍNGUEZ DANACHE.
M. en C. NATALIA E. DE LA TORRE ACEVES.**

DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA.

Responsable de la publicación: Q. Guillermina Sánchez Salinas.

PROBLEMAS DE MATEMÁTICAS.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP

1.- Usando factores unitarios realice las siguientes conversiones de unidades:

- a) 58.6 cmHg. a: mmHg, atm, Pa y torr
- b) 50 L. a: mL, dm³, cm³ y m³
- c) 100cal. a: Kcal, J, KJ y ergios
- d) 3.12 g/cm³ a: Kg/m³, Kg/L, y g/L

2.- Si $A/B = 1.5$ y $A - B = 2$ ¿cuánto vale A y cuánto vale B?

3.- La representación gráfica de una ecuación de primer grado da una línea recta, y su ecuación se expresa como: $y = mx + b$.

a) ¿Cuál es la literal que indica la

- a-1) variable dependiente?
- a-2) variable independiente?
- a-3) pendiente?
- a-4) ordenada al origen?

b-1) ¿Qué representa la pendiente?

b-2) ¿Qué signos presenta la pendiente?, ¿cómo distinguimos estos signos en una gráfica?

b-3) Cuando la pendiente vale uno, forma un ángulo de 45° con el eje de las x; y entonces la ecuación de la recta se puede escribir como: _____.

b-4) Cuando la pendiente vale cero, la recta es paralela al eje x, y la ecuación se puede escribir como: _____.

c-1) ¿Qué representa la ordenada al origen?

c-2) Si la ordenada al origen es positiva, en ¿dónde cruza la recta al eje y?

c-3) Si la ordenada al origen es negativa, en ¿dónde cruza la recta al eje y?

c-4) Si la ordenada al origen es igual a cero, ¿cómo es la recta?, ¿cómo se escribe su ecuación?.

c-5) ¿Cuál es la expresión que permite obtener la ecuación de la recta si se cuenta con dos puntos?

4.- Los resultados de un trabajo experimental sobre el índice de refracción (η) de una solución bencénica que contiene concentraciones cada vez mayores de tetracloruro de carbono, se muestran a continuación:

X Conc. CCl₄/(%v/v)	Y Ind. Refracción (η)
10.0	1.497
25.0	1.491
33.0	1.488
60.0	1.481
61.0	1.477

Con esta información hacer una gráfica: índice de refracción versus concentración, y responder las siguientes preguntas:

- ¿qué tipo de función se tiene?
- ¿cómo es la pendiente?
- ¿cuál es la ecuación que relaciona (η) y la concentración?
- ¿cómo interpretamos el valor de la pendiente?

5.- Para las escalas termométricas empíricas Celsius y Fahrenheit, se tienen los siguientes datos para el agua:

Punto de ebullición normal	100 °C	212 °F
Punto de fusión normal	0 °C	32 °F

con esta información encuentre la ecuación que relaciona °F con °C, el valor y el signo de la pendiente, la ordenada al origen, y diga el tipo de función que se tiene.

PROBLEMAS PRÁCTICA .

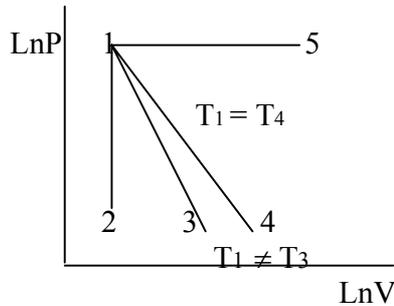
LENGUAJE TERMODINÁMICO.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP

1.- Seleccione de los siguientes grupos de propiedades, el grupo de propiedades intensivas:

- a) capacidad térmica, capacidad calorífica, calor específico.
- b) densidad, volumen, masa.
- c) Volumen molar, volumen específico, cantidad de materia.
- d) cantidad de materia, densidad, capacidad térmica específica.
- e) capacidad térmica específica, volumen molar, densidad.

2.- La siguiente gráfica representa las transformaciones experimentadas por una muestra gaseosa de masa constante.

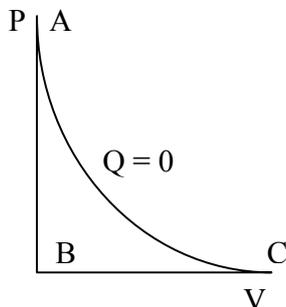


i) clasificar termodinámicamente las transformaciones: 1 a 2, 1 a 3, 1 a 4 y 1 a 5.

- () isobárico () isotérmico () adiabático
() isométrico

ii) si la masa del sistema no cambia, el sistema se clasifica como un sistema_____.

3.- La siguiente gráfica representa las transformaciones experimentadas por una muestra gaseosa de masa constante.



i) clasifica termodinámicamente las transformaciones:

A a B: _____

B a C: _____

y A a C: _____

ii) si el sistema es un gas, ¿cuántas fases tiene? _____
y por esto se clasifica como un sistema: _____.

4.- Se colectaron 600 mL. de un cierto gas producto de un cultivo bacteriano incubado a 37°C y a 58.5 cmHg. de presión, ¿cuál será el volumen ocupado por este gas en condiciones normales de presión y temperatura? **Respuesta: V = 406.7 mL.**

Distinguir entre propiedad intensiva y extensiva y dar los valores numéricos de las propiedades:

a) extensivas en las condiciones del trabajo experimental.

b) intensivas en las condiciones normales de presión y temperatura.

5.- De acuerdo a la siguiente figura, y considerando que el sistema de trabajo es el aire, contestar las siguientes preguntas:



5.1.-¿cuántas fases tiene el sistema?

5.2.-de acuerdo al número de fases clasificar el sistema.

5.3.-¿cuáles son sus paredes?

5.4.-¿cómo se clasifican sus paredes?

5.5.-con base en la interacción sistema-vecindad, ¿cómo se clasifica el sistema?

PROBLEMAS PRÁCTICA.

PRESIÓN.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP

1.- Dibuje un manómetro de columna abierta que muestre la posición de los meniscos del líquido manométrico (Hg.) para un sistema gaseoso cuya presión absoluta es de 550 torr; suponer que la determinación se realiza en la ciudad de México en donde la presión barométrica local es de 58.5 cm Hg.

2.- Mediante un manómetro de columna abierta se realiza para un sistema gaseoso una lectura de presión manométrica, primero en la ciudad de Cancún ($P_{\text{atm. local}} = 76 \text{ cmHg.}$) y luego en la ciudad de México ($P_{\text{barométrica local}} = 586 \text{ mmHg.}$), obteniendo en esta última una presión absoluta de 595 torr; con base en esta información indicar:

- ¿cómo es el valor de la presión absoluta en ambas ciudades?,
- ¿cómo es el valor de la presión manométrica en la ciudad de México comparada con la presión manométrica en Cancún?,
- ¿cómo es la presión manométrica en Cancún, mayor o menor que la presión barométrica local en Cancún?

3.-¿Cómo es la presión atmosférica local del puerto de Mazatlán (nivel del mar), comparada con la presión barométrica local en el Cofre de Perote (4 282 m sobre el nivel del mar)? Justificar la respuesta.

4.- Un manómetro de mercurio indica 26.5 pulgadas de mercurio (lectura manométrica de vacío), cuando en el barómetro local se leen 30 pulgadas de mercurio, resultando una presión absoluta de 1.72 psia. Indicar cual de estos valores de presión corresponde a la presión del sistema.

5.-En el laboratorio C-9 de la Facultad de Química ($P_{\text{barométrica local}} = 585 \text{ mmHg.}$) se determinó la presión de un gas contenido en un recipiente cuya lectura manométrica resultó igual a 150 torr contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es la presión del gas con respecto a la presión atmosférica local?
- ¿Cuál es el valor de la presión manométrica en KPa?
- ¿Cuál es el valor de la presión absoluta?

PROBLEMAS PRÁCTICA.

TEMPERATURA.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

- 1.-Un termómetro está graduado en una escala arbitraria, A° , en la que la temperatura de fusión del agua corresponde a -10° y la de ebullición del agua a 140° . ¿Qué valor corresponderá en esta escala una temperatura de $50^\circ P$ (escala Puma), si para esta escala el punto de congelación del agua corresponde a 20° y el de ebullición del agua a 70° ?
- 2.- En un día muy frío, la ciudad de Chihuahua amanece a $t^\circ C$, y durante el día hay un descenso de temperatura igual a $-25^\circ F$. ¿Qué valor tendrá t en Kelvin si al final del descenso la temperatura es de $-6.9^\circ C$?
- 3.-¿ En qué valor, un termómetro graduado en la escala Celsius, marca:
 - a) la mitad de la lectura que marca un termómetro en escala Fahrenheit?
 - b) el doble de la lectura que marca un termómetro en escala Fahrenheit?
- 4.- Las propiedades del agua son excepcionales, su elevada capacidad térmica específica ($1 \text{ cal/g }^\circ C$) y su entalpía de vaporización (540 cal/g), permiten una adecuada regulación térmica del organismo, y decimos que la temperatura “normal” del cuerpo humano es de $36.5^\circ C$. Indicar el valor de esta temperatura en la escala absoluta Kelvin y en la escala empírica Réaumur cuyos puntos fijos para el agua son: congelación normal = 0 y ebullición normal = 80 .
- 5.- Para una disolución acuosa de sacarosa se encuentra un descenso en la temperatura de congelación igual a $0.093K$, ¿ cuál es el valor de este descenso de temperatura en la escala:
 - a) Celsius?
 - b) Fahrenheit?

PROBLEMAS PRÁCTICA.

LEYES EMPÍRICAS, RELACIÓN P-V Y GENERAL DE LOS GASES.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- Al estudiar la compresibilidad de un gas a bajas presiones se encontraron los siguientes resultados experimentales:

Evento	Presión (mmHg)	Volumen(mL) a 25°C	Volumen(mL) a 50°C
1	200	2322.8	2517.6
2	400	1161.4	1258.8
3	600	774.2	839.2
4	800	580.7	629.4
5	1000	464.5	503.5

Con base en esta información determinar si el gas se comporta de acuerdo con la ley de Boyle-Mariotte; tanto en forma gráfica como en forma analítica.

2.- La ley de Charles-Gay Lussac se expresa en dos partes, una para un proceso a presión constante y otra para un proceso a volumen constante; para $P = \text{constante}$, $T/V = k_1$ y para $V = \text{constante}$, $T/P = k_2$. Se ve que estas ecuaciones corresponden a líneas rectas que pasan por el origen, representar en un diagrama : a) T-V el proceso isobárico de un gas ideal y b) T-P el proceso isométrico de un gas ideal.

3.- En el mar se encuentra sumergido un buzo a 20 m. de profundidad ($P = 3\text{atm.}$), con sus pulmones llenos de aire ($V = 0.75 \text{ L}$). Se sabe que el volumen máximo de los pulmones es de 1.2 L.; imaginemos que por algún motivo este buzo asciende a la superficie (1 atm.) bruscamente, de tal forma, que no exhala el aire excedente, ¿qué le sucede al volumen del aire?, ¿qué sucede con los pulmones?

4.- Experimentalmente se obtuvieron los siguientes datos de volumen ocupado por una masa dada de hidrógeno a diferentes presiones cuando la temperatura de 0°C es constante.

V(L)	10.00	5.00	2.00	4.00	8.00	1.00
P(atm)	1.00	2.00	5.00	2.50	1.25	10.00

- representar gráficamente los valores de V vs. $1/P$
- determinar la ecuación de la recta obtenida en la gráfica del inciso a).
- calcular el valor de la constante de proporcionalidad
- ¿cuál será el valor del volumen que ocupará la masa de hidrógeno a 0°C y 3.75atm.?

5.- Para realizar un experimento un estudiante de química llena diferentes globos con algunos gases como hidrógeno, dióxido de carbono, cloro, nitrógeno, helio y oxígeno. Los globos son de diferentes colores: blanco, rojo, negro, amarillo y azul; cada globo tiene diferente tamaño, de tal manera que hay de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 litros de capacidad.

Como el estudiante olvidó ponerles etiquetas a los globos, de acuerdo a las siguientes observaciones, indicar en la tabla que aparece al final, el gas y el color que corresponde a cada globo.

*El gas noble está en el globo blanco cuyo volumen es mayor de 3L.

*El globo amarillo contiene un halógeno.

*En la fotosíntesis, las plantas absorben el gas del globo de 3L., que no es de color negro.

*En el interior del globo rojo la presión es de 1.1atm. A 25°C, la masa del gas contenido es de 6.3g

*Si el gas del globo de 4L, que no es rojo, reacciona con el gas del globo azul se forma agua.

*El globo verde no es el de mayor capacidad ni tampoco el más pequeño.

*En el globo de 5L. hay un gas cuya molécula es diatómica. Este gas es utilizado por algunas bacterias, que lo combinan con hidrógeno para formar amoniaco.

*El globo de 2L. no es amarillo.

*La reacción del hierro con el gas del globo negro es un caso de corrosión.

Volumen del globo en L.	Gas contenido, nombre y fórmula química.	Color del globo
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____

Problema proporcionado por el Dr. C. M. Castro Acuña.

PROBLEMAS PRÁCTICA .

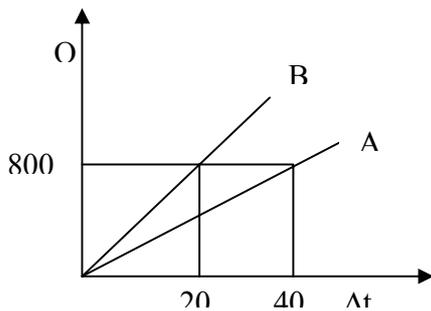
CAPACIDAD TÉRMICA.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- Cuando dos cuerpos A y B cuyas temperaturas son diferentes ($T_A > T_B$), se ponen en contacto térmico a través de una pared diatérmica, se observa que:

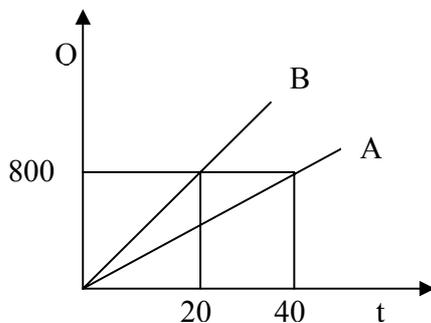
- a-1.- hay flujo de energía térmica del cuerpo _____ al cuerpo _____.
- b-1.- el flujo de energía térmica cesa cuando _____.
- c-1.- al final del evento, la temperatura de los cuerpos A y B _____.
- d-1.- la temperatura final del cuerpo A es _____ que su temperatura inicial.
- e-1.- la temperatura final del cuerpo B es _____ que su temperatura inicial.

2.- La siguiente figura representa la energía térmica en función de la variación de temperatura que se transfiere a presión constante a los cuerpos A y B ($m_B = 100\text{g}$), con base en esta información se pide determinar



- a) La capacidad térmica de A.
- b) El valor de la capacidad térmica específica de B

3.- Dos cuerpos A y B de masas iguales (100g), se calientan simultáneamente en una estufa. El gráfico a continuación representa el calor absorbido por cada uno (Q en cal.), en función de sus temperaturas (t en °C):



- a) ¿Qué representan las pendientes de las rectas A y B?
- b) ¿Cuál es el valor de cada una de ellas?
- c) ¿Cuál es el valor del calor específico de cada cuerpo?
- d) Si dejamos que los dos cuerpos se “enfrien” a partir de una misma temperatura inicial hasta la temperatura ambiente, ¿cuál de los dos cuerpos cede mayor cantidad de energía térmica?

4.- En un recipiente aislado que contiene un kilogramo de agua ($1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) a 40°C , se colocan un kilogramo de cobre ($0.092 \text{ cal/g } ^\circ$) a 100°C y un kilogramo de aluminio ($0.214 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) también a 100°C . ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

5.- Para calentar una barra de 60g. de aluminio (26.98 g mol^{-1}), de 20°C a 45°C se requirieron 1085 J y para calentar una barra de 40g. de cobre (63.55 g mol^{-1}) se requirieron 332J. Indicar: a) ¿cómo es la capacidad térmica del aluminio con respecto a la del cobre?
b) ¿cómo es la capacidad térmica específica del aluminio con respecto a la del cobre?
c) ¿cómo es la capacidad térmica molar del aluminio con respecto a la del cobre?

PROBLEMAS PRÁCTICA .

EQUIVALENCIA CALOR - TRABAJO.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- Experimentalmente se ha averiguado la capacidad térmica específica de diferentes sustancias

Sustancia	c (cal/g°C)	c (J/g°C)
Agua	1.000	4.180
Aluminio	0.217	0.907
Cobre	0.093	0.389
Estaño	0.054	0.226
Hierro	0.113	0.472
Mercurio	0.033	0.138
Glicerina	0.580	2.424

Utilizando los datos de la tabla anterior hacer una gráfica de c (cal/g°C) vs c (J/g°C) y obtener el valor del factor unitario para convertir calorías a Joule.

2.- Un estudiante ingiere 2000 Kcal mediante los alimentos de su cena. Desea realizar trabajo en el gimnasio levantando una pesa de 50 Kg. para contrarrestar las calorías ingeridas. ¿Cuántas veces debe levantar la pesa para consumir esta gran cantidad de energía?. Suponga que en cada levantamiento la pesa recorre una distancia de 2.0 m y que no vuelve a ganar energía cuando la deja caer al suelo.

3.- Considere el experimento de Joule para determinar el equivalente mecánico del calor. Las dos masas son de 1.5 Kg cada una y el tanque se llena con 200 g de agua. ¿Cuál será el aumento en la temperatura del agua después que las masas descienden 3.0m de distancia?

4.- a) Con base en la siguiente información determinar la constante del calorímetro Dewar:

Agua fría	200g	$T_{\text{inicial}} = 19^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{equilibrio}} = 35^{\circ}\text{C}$
Agua caliente	100g	$T_{\text{inicial}} = 78^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{equilibrio}} = 35^{\circ}\text{C}$

Nota.- capacidad térmica específica del agua = $1 \text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$

b) Tomando en cuenta el valor de la constante del Dewar del inciso anterior y considerando la siguiente información:

Agua	300g
T_{inicial}	19°C
T_{final}	30°C
Voltaje	125v
Resistencia	20Ω
Tiempo	22s

Calcular: Q , $W_{\text{eléctrico}}$, el equivalente eléctrico del calor y el % de error de éste si el valor teórico es de 4.184 J cal^{-1}

5.- En el laboratorio de Termodinámica los alumnos realizaron un experimento para determinar el equivalente del calor y utilizaron un dispositivo cuya potencia es de 774watt, y requirieron 90 segundos para “calentar” 252.8g de agua de 23°C hasta 70°C. La constante del calorímetro utilizado es de 129.7 cal °C⁻¹. Si para el agua $c = 1\text{ cal g}^{-1}\text{°C}^{-1}$, determinar el trabajo en Joule, la energía térmica en calorías, y el valor del equivalente del calor.

PROBLEMAS PRÁCTICA.

ENTALPÍA DE TRANSICIÓN DE FASE (ENTALPÍA DE FUSIÓN DEL HIELO)

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1. En la medicina tradicional mexicana se usa una fricción de alcohol como técnica para bajar la temperatura del enfermo, podemos decir entonces que ¿la vaporización es un proceso de enfriamiento? Justifica tu respuesta.
2. En un calorímetro que contiene 200 mL de agua 20°C se adicionan 20 g de hielo a 0°C, alcanzándose una temperatura de equilibrio de 14°C. Calcular la constante del calorímetro. ($c_{\text{agua}} = 1.0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ y $\lambda_{\text{fusión hielo}} = 79.78 \text{ cal g}^{-1}$)
3. ¿Cuántas kilocalorías están involucradas cuando se condensan y “enfrian” hasta una temperatura de 20°C, 20 g de vapor de agua a 100°C? ($c_{\text{agua}} = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ y $\lambda_{\text{vaporización}} = 2260 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$)
4. Calcular la temperatura de equilibrio cuando se mezclan 100g de agua contenidos en un calorímetro cuya constante es de 28.6 cal K⁻¹ y se encuentran a una temperatura de 53°C con 50 g de hielo a 0°C
5. Se tienen 225g de agua en un recipiente adiabático a la temperatura ambiente (22°C), ¿cuál será la temperatura final del agua al agregar:
 - a) un cubito de hielo de 30g a 0°C?
 - b) dos cubitos de hielo de 30g c/u a 0°C?
 - c) tres cubitos de hielo de 30g c/u a 0°C?
 - d) ¿Cuántos gramos de hielo se funden como valor máximo?

PROBLEMAS PRÁCTICA.

COEFICIENTE ADIABÁTICO.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- La determinación experimental de los coeficientes de respuesta C_P y C_V de fluidos no condensados se realiza de manera indirecta y una de las técnicas usadas para ello es el método de Clement – Désormes el cual permite obtener experimentalmente el coeficiente adiabático del gas modelo ideal ($\gamma = C_P / C_V$) a partir de las lecturas manométricas.

Si $C_P = C_V + R$ y las lecturas manométricas para el gas en estudio son: $h^\circ = 14$ cm de agua, $h = 5.3$ cm de agua y $R = 1.987$ cal/mol K, calcular: γ , C_P y C_V e indicar si el gas es monoatómico o diatómico.

2.- Para una expansión adiabática reversible de un gas modelo ideal se encontró que la relación temperatura – volumen está dada por la siguiente ecuación:

$$(T_1 / T_2) = (V_2 / V_1)^{\gamma - 1}$$

si $T_1 = 300$ K, $(V_2 / V_1) = 1/4$ y $T_2 = 756$ K, ¿cuáles son los valores de γ , C_P y C_V ?

3.- Si se cuenta con la siguiente información:

$$C_V = 5/2 R \quad R = 1.987 \text{ cal/mol K} \quad \text{y} \quad h = 5.5 \text{ cm de agua.}$$

Calcular: γ y h° .

4.- Indicar si las siguientes aseveraciones son falsas (f) o verdaderas (v):

- a) γ siempre es mayor que la unidad ()
- b) las unidades de γ son cal/mol K ()
- c) siempre $C_P \leq C_V$ ()

5.- Si se considera un proceso a temperatura constante un gas cumple con la ecuación:

$$PV = k_1 (\text{L cmHg}) ;$$

pero si se considera un proceso adiabático la ecuación es:

$$PV^\gamma = k_2 (\text{L cmHg.})$$

Considere un gas originalmente con un volumen de 20L a una presión de 75 cmHg; si la presión varía sucesivamente a 60, 30, 20 y 10 cmHg dibujar las curvas $Pvs.V$ para los dos procesos propuestos en una misma gráfica y comparar las curvas resultantes.

Nota.- considere un gas modelo ideal diatómico.

PROBLEMAS PRÁCTICA.

CALOR DE NEUTRALIZACIÓN.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- Mediante el método de las mezclas determinar la constante del calorímetro (K) si se utilizaron 150g de agua a 20°C y se mezclaron con 150g de agua a 86°C; obteniendo una temperatura de equilibrio de 45°C.

2.- Dentro de un calorímetro Dewar, se colocan 250g de KOH (0.5N) cuya temperatura es de 21.5°C, los cuales se neutralizan con 250g de disolución 0.5N de HNO₃ cuya temperatura es de 21.3°C; si la temperatura de equilibrio de la mezcla de reacción es de 24.6°C y el valor de la constante del calorímetro es de 60.8 cal/K. ¿Cuál es la entalpía de neutralización para la reacción? Con este dato, obtener la entalpía de neutralización para un equivalente gramo de HNO₃. Nota.- Considere para ambas soluciones: $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ y $\rho = 1 \text{ g/mL}$.

3.- Conteste las siguientes preguntas:

a) ¿Qué tipo de calorímetro es el Dewar?

b) La energía asociada a las reacciones en solución que ocurren en el Dewar, se determinan mediante la variación de _____.

c) Para una reacción exotérmica, experimentalmente se observa que la temperatura _____

d) La energía asociada a las reacciones exotérmicas tiene signo _____.

e) Para una reacción endotérmica, experimentalmente se observa que la temperatura _____

f) La energía asociada a las reacciones endotérmicas tiene signo _____

4.- Dada la información sobre entalpías de iones $\text{H}^+_{(\text{aq})} = 0 \text{ Kcal.}$, $\text{OH}^-_{(\text{aq})} = -54.96 \text{ Kcal.}$ y la entalpía de formación del H₂O = -68.32 Kcal. ¿Cuál es el ΔH asociado a la neutralización de H⁺ con OH⁻ para formar H₂O, por reacción de un ácido fuerte con una base fuerte?

5.- En una determinación experimental se encontró que la entalpía de neutralización del HCl con NaOH era de -13.41 Kcal/mol. Usando el mismo equipo de trabajo se encontró que la entalpía de neutralización del HClO₄ con NaOH era igual a la del HCl. Por otro lado la entalpía de neutralización de ácido acético (CH₃COOH) con sosa en el mismo equipo es igual a -13.3 Kcal/mol.

¿Cómo explica que las entalpías de neutralización del HCl y del HClO₄ sean idénticas pero diferentes a la del ácido acético (CH₃COOH) ?

PROBLEMAS PRÁCTICA.

CALOR DE COMBUSTIÓN.

ASIGNATURA TERMODINÁMICA 1212 EP.

1.- Una muestra de urea cristalizada se ha quemado en una bomba calorimétrica y libera 151.9 Kcal. Los productos de la combustión son: gas dióxido de carbono, agua líquida y gas nitrógeno.

- ¿Qué tipo de calorímetro es la bomba calorimétrica?
- La energía asociada a la reacción de combustión efectuada en la bomba se determina a través de la variación de _____.
- La reacción de combustión de la urea (CH_4ON_2) es:
- ¿Cuáles son los valores de Q_p y Q_v para la combustión de la urea en calorías?

2.- La combustión de 0.764 g de ácido benzoico en un calorímetro adiabático produce, una elevación de temperatura de 2.27° . Si la constante del calorímetro es de 2120 cal/grado, y despreciando las contribuciones del alambre de ignición y del nitrógeno, ¿cuál será el calor de combustión del ácido benzoico en Kcal/mol?

3.- En un calorímetro adiabático, se quema una muestra de 0.1265 g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) y se encuentra que para conseguir el aumento de temperatura adecuado, se necesita un trabajo de -2082 joules. Calcular ΔH y ΔU para la combustión de la sacarosa en KJ/mol.

4.- El ΔU molar de combustión del naftaleno ($M = 128.17$ g/mol) es de -1228.2 Kcal/ mol. Si se queman 0.3g de naftaleno en una bomba calorimétrica, se produce un aumento de temperatura de 2.05°C ¿cuál es la constante de la bomba?. Si se queman en el mismo calorímetro 1.52g de un compuesto orgánico y se tiene un aumento de temperatura de 1.845°C , ¿cuál es el calor de combustión del compuesto orgánico en cal/g?

5.- a) Determinar ΔH y ΔU a 298K y 1atm de presión para la combustión de la α -D-glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ sólida).

b) Encontrar el valor de la temperatura final del sistema si 0.7805g de α -D-glucosa se queman en una bomba calorimétrica adiabática que está rodeada de 2.5L de agua a 24.03°C , que esta hecha de acero y pesa 14.05 Kg y además, a 24°C los calores específicos a presión constante son respectivamente 4.18 y 0.450 J/g $^\circ\text{C}$ y la densidad del agua es 0.9973 g/mL

RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS

MATEMÁTICAS.

- 1.- a) $58.6 \text{ cmHg} = 586 \text{ mmHg} = 0.77 \text{ atm.} = 78126.9 \text{ Pa} = 586 \text{ torr.}$
b) $50 \text{ L} = 50,000 \text{ mL} = 50 \text{ dm}^3 = 50,000 \text{ cm}^3 = 0.05 \text{ m}^3$
c) $100 \text{ cal} = 0.1 \text{ Kcal} = 418.4 \text{ J} = 0.4184 \text{ KJ} = 418.4 \times 10^7 \text{ ergio}$
d) $3.12 \text{ g mL}^{-1} = 3120 \text{ Kg m}^{-3} = 3.12 \text{ Kg L}^{-1} = 3120 \text{ g L}^{-1}$

2.- $A = 6 \quad B = 4$

- 3.- a-1) **y** a-2) **x** a-3) **m** a-4) **b**

b-1) la variación de “y” al variar “x”; la tangente del ángulo que forma la gráfica con “x”

b-2) (+) y (-); (+) “y” aumenta con “x”; (-) “y” disminuye con “x”

b-3) $y = x + b$

b-4) recta horizontal; $y = b$

c-1) el punto en el cual la recta corta al eje “y”

c-2) la recta cruza al eje “y” por arriba del eje “x”

c-3) la recta cruza al eje “y” por debajo del eje “x”

c-4) la recta pasa por el origen; $y = mx$

c-5) $(y - y_1) = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$

- 4.- a) función lineal b) negativa c) $\eta = -4.0 \times 10^{-4} [\% \text{CCl}_4] + 1.501$

d) el valor negativo de la pendiente indica que el índice de refracción disminuye al aumentar la concentración del CCl_4 .

5.- $t_F = 1.8 t_C + 32$; pendiente = +1.8; ordenada al origen = 32; función lineal (recta)

PRÁCTICA: LENGUAJE TERMODINÁMICO.

1.- e

- 2.- i) 1 a 2 isocórico, 1 a 3 adiabático, 1 a 4 isotérmico, 1 a 5 isobárico.

ii) sistema cerrado

- 3.- i) A a B isotérmico, B a C isobárico, A a C adiabático

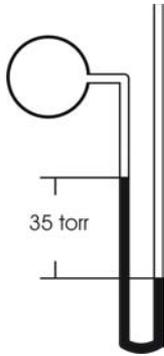
ii) una fase, sistema homogéneo

- 4.- a) $V = 600 \text{ mL}$ b) $P = 1 \text{ atm}$ y $T = 273 \text{ K}$

- 5.- 5.1) una fase 5.2) homogéneo 5.3) vidrio y agua 5.4) vidrio = rígida, impermeable y diatérmica. agua = móvil, impermeable y diatérmica 5.5) cerrado.

PRÁCTICA : PRESIÓN

1.- $P_{abs.} = P_{atm.} + \Delta P_{man.}$ $\Delta P_{man.} = -35 \text{ torr}$



2.- a) $P_{absoluta} = 595 \text{ torr}$ en ambas ciudades

b) $\Delta P_{man. \text{ Cd. Méx.}} > \Delta P_{man. \text{ Cancún}}$

c) $\Delta P_{man. \text{ Cancún}} < P_{barométrica \text{ en Cancún}}$.

3.- Mayor en Mazatlán que en el Cofre de Perote, pues la $P_{atmosférica}$ disminuye con la altitud

4.- $P_{sistema} = 1.72 \text{ psia}$

5.- a) mayor b) 19.998 KPa c) 735 torr

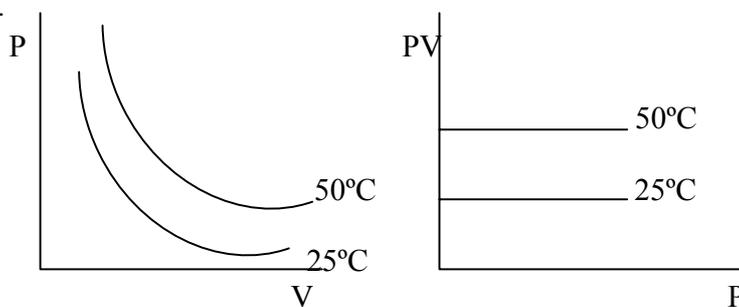
PRÁCTICA: TEMPERATURA

1.- $50^\circ \text{P} = 80^\circ \text{A}$ 2.- $T_i = 280.13 \text{ K}$ 3.- a) $^\circ \text{C} = 160$ b) $^\circ \text{C} = -24.6$ 4.- $T = 309.65 \text{ K}$

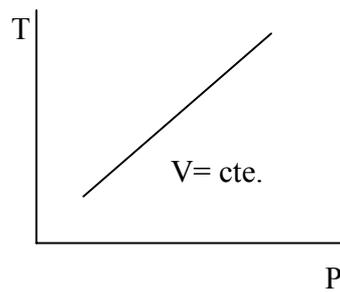
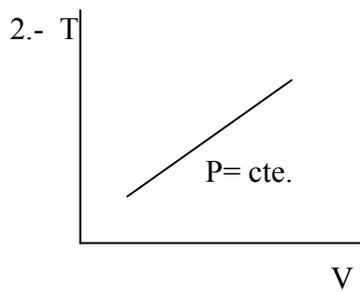
Rèaumur = 29.2 5.- a) $\Delta T = 0.093^\circ \text{C}$ b) $\Delta T = 0.1674^\circ \text{F}$

PRÁCTICA: GASES P – V.

1.-



$PV = 464560 \text{ torr}$ a 25°C
 $PV = 503520 \text{ torr}$ a 50°C



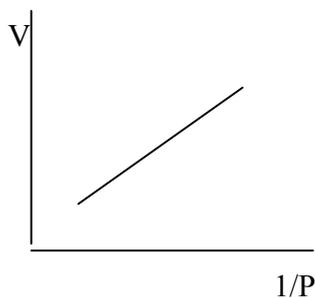
$$T = mV \quad m = (\Delta T / \Delta V)$$

$$T = mP \quad m = (\Delta T / \Delta P)$$

3.- a) $V_f = 2.25L$; por lo tanto aumenta más del doble

b) El volumen aumenta casi el doble que el volumen máximo de los pulmones, lo que provocaría que los pulmones reventaran. El ascenso brusco provoca aeroembolia que puede ocasionar la muerte, ya que resulta un acumulamiento de burbujas de aire en la yugular impidiendo el paso de sangre al cerebro.

4.-



$$V = (m/P) + b$$

$$m = 10L \text{ atm}$$

$$b = 0$$

b) $PV = 10L \text{ atm}$

c) $m = 10L \text{ atm}$

d) $V = 2.66L$

$$y = mx + b \quad V = (10L \text{ atm})P^{-1}$$

5.-

V(L)	GAS	GLOBO
1	Cloro	Amarillo
2	Hidrógeno	Azul
3	Dióxido de carbono	Verde
4	Oxígeno	Negro
5	Nitrógeno	Rojo
6	Helio	Blanco

PRÁCTICA: MASA MOLAR.

1.1-Lecturas manométricas: P_{man1} , P_{man2}

$$P_{ab} = P_{atm} + \Delta P$$

$$\Delta P = (P_{atm} + P_{man2}) - (P_{atm} + P_{man1})$$

$$P_{ab1} = P_{atm} + P_{man1}$$

$$\Delta P = P_{man2} - P_{man1}$$

$$P_{ab2} = P_{atm} + P_{man2}$$

$$\Delta P = P_i = (P_{man2} - P_{man1})$$

$$\Delta P = (P_{ab2} - P_{ab1})$$

$$P_i = \frac{miRT}{MiV} \quad \therefore Mi = \frac{miRT}{PiV}$$

1.2- $M = 59.03 \text{ g mol}^{-1}$

1.3- 1.7% de error.

2.- $M = 162 \text{ g mol}^{-1}$

3.- $M = 103.8 \text{ g mol}^{-1}$ (todos los decimales $M = 102.26 \text{ g mol}^{-1}$)

4.- $M = 116.9 \text{ g mol}^{-1}$

5.1- $M_x = 44.8 \text{ g mol}^{-1}$

5.2- $M = 44.8 \text{ g mol}^{-1}$

PRÁCTICA: CAPACIDAD TÉRMICA.

1.- a-1) Como $T_A > T_B$ hay flujo de energía térmica de A a B.

b-1) Se alcanza el equilibrio térmico $T_A = T_B$

c-1) $T_A = T_B$ d-1) $T_{Af} < T_{Ai}$ e-1) $T_{Bf} > T_{Bi}$

2.- a) $C_A = 20 \text{ cal}^\circ\text{C}^{-1}$

b) $c_B = 0.40 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

3.- a) Las capacidades térmicas de cada cuerpo. $C = \frac{Q}{T}$

b) $C_B = 40 \text{ cal }^\circ\text{C}^{-1}$ $C_A = 20 \text{ cal }^\circ\text{C}^{-1}$

c) $c_B = 0.4 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ $c_A = 0.2 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

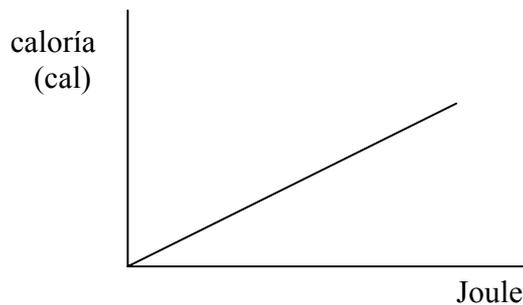
d) El cuerpo B desprenderá más energía térmica debido a que su capacidad térmica específica es mayor.

4.- $T_{eq.} = 54.06 \text{ }^\circ\text{C}$

5.- a) mayor b) mayor c) menor

PRÁCTICA: EQUIVALENCIA CALOR-TRABAJO.

1.-



$$y = mx$$
$$y = \text{caloría} \quad x = \text{Joule}$$

$$m = 4.184 \text{ J cal}^{-1}$$
$$m = 0.239 \text{ cal J}^{-1}$$

2.- 8,530.5 veces

3.- $\Delta T = 0.105 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.- a) $K = 68.75 \text{ cal }^\circ\text{C}^{-1}$

b) $Q = 4056.25 \text{ cal}$ $W_{\text{eléctrico}} = 17187.5 \text{ J}$, equivalente = 4.237 J cal^{-1} , % error = 1.27.

5.- $W = 69660 \text{ J}$, $Q = 18000 \text{ cal.}$, valor del equivalente = 3.87 J cal^{-1}

PRÁCTICA: ENTALPÍA DE FUSIÓN DEL HIELO.

1.- Si, pues toma energía del cuerpo para lograr la transición de fase y con ello se logra una disminución de temperatura.

2.- $K = 112.6 \text{ cal }^\circ\text{C}^{-1}$

3.- $Q = -12.4 \text{ Kcal}$.

4.- $T_{\text{equilibrio}} = 15.77^\circ\text{C}$

5.- a) $T_f = 10^\circ\text{C}$ b) $T_f = 0.526 \text{ }^\circ\text{C}$ c) no se funde más hielo d) cantidad máxima = 61.87g de hielo

PRÁCTICA : COEFICIENTE ADIABÁTICO (γ).

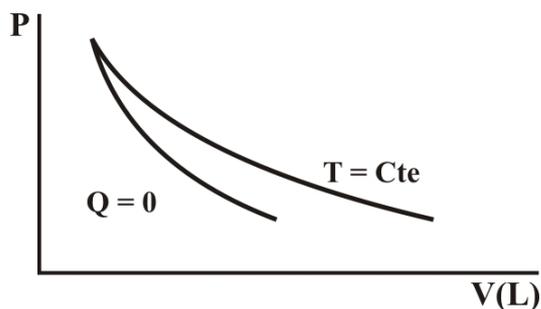
1.- $\gamma = 1.6$ $C_p = 5.3 \text{ cal mol}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ $C_v = 3.3 \text{ cal mol}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ gas monoatómico

2.- $\gamma = 1.66$ $C_p = 4.987 \approx 5 \text{ cal mol}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ $C_v = 3 \text{ cal mol}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

3.- $\gamma = 1.399 \approx 1.4$ $h^0 = 19.25 \text{ cm}_{\text{agua}}$.

4.- a) V b) (F) c) (F)

5.-



PRÁCTICA: CALOR DE NEUTRALIZACIÓN

1.- $K = 96 \text{ cal } ^\circ\text{C}^{-1}$

2.- $\Delta H_{\text{reacción}} = 1,788.48 \text{ cal}$
 $\Delta H_{\text{neutralización}} = 14,307.84 \text{ cal}$

- 3.- a) calorímetro a presión constante
b) entalpía (ΔH)
c) aumenta
d) negativo
e) disminuye
f) positivo

4.- -13.36 Kcal

5.- Las entalpías de neutralización del HCl y del HClO₄ son iguales ya que ambos ácidos son fuertes y se disocian completamente, en tanto que la diferencia de éstos valores con la del ácido acético se debe a que éste es un ácido débil y parcialmente disociado.

PRÁCTICA: CALOR DE COMBUSTIÓN

- 1.- a) calorímetro a volumen constante
b) energía interna (ΔU)
c) $\text{CH}_4\text{ON}_2(\text{s}) + 3/2 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{N}_2(\text{g})$
d) $\Delta H = - 151.604 \text{ Kcal}$

2.- $\Delta U = -770.8 \text{ Kcal mol}^{-1}$ $\Delta H = - 771.1 \text{ Kcal mol}^{-1}$

3.- $\Delta H = \Delta U = - 5,628.8 \text{ Kcal mol}^{-1}$

4.- $K = 1,402.32 \text{ cal } ^\circ\text{C}^{-1}$ $\Delta U = - 1,702.16 \text{ cal g}^{-1}$

5.- a) $\Delta H = \Delta U = - 2,801.634 \text{ KJ mol}^{-1}$ b) $T_{\text{eq}} = 23.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

