



Universidad  
Continental

# Balance de Materia y Energía

---

## Manual de Guías de Laboratorio

---



## **Visión**

Ser la mejor organización de educación superior posible para unir personas e ideas que buscan hacer realidad sueños y aspiraciones de prosperidad en un entorno incierto

## **Misión**

Somos una organización de educación superior que conecta personas e ideas para impulsar la innovación y el bienestar integral a través de una cultura de pensamiento y acción emprendedora.

**Universidad Continental**

Material publicado con fines de estudio



## Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO	3
ÍNDICE	4

### Primera unidad

1. Temperatura y presión	4
2. Composición porcentual	7
3. Análisis Instrumental	10
4. Flujo volumétrico y flujo másico	12

### Segunda unidad

5. Diagrama de balance de materia en procesos de mezcla	15
---	----

### Tercera unidad

6. Reacciones químicas	19
7. Estequiometría básica experimental	22
8. Estequiometria experimental aplicada	24
9. Combustión completa e incompleta	27

### Cuarta unidad

10. Segunda ley de la termodinámica	29
11. Balance de energía mecánica	31

# Guía de laboratorio N° 1:

## Temperatura y Presión

Sección	: .....	Docente:	Escribir el nombre del docente
Fecha	: ...../...../.....	Duración:	60 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

### 1. Propósito /Objetivo:

Calcular la presión absoluta de un sistema

### 2. Fundamento Teórico

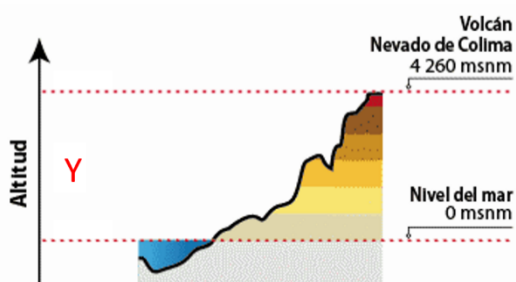
La presión absoluta de un sistema es la suma de la presión barométrica y la presión manométrica

$$P_{absoluta} = P_{barometrica} + \rho g z$$

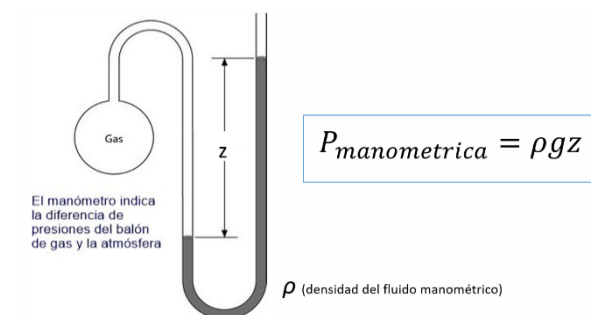
Presión barométrica:

$$P = P_0 e^{-\frac{(M_{aire})(g)(Y)}{(R)(T)(1000)}}$$

- P: presión barométrica
- P<sub>0</sub>: presión de referencia a nivel del mar, 760 mmHg
- M<sub>aire</sub>: peso molecular del aire, 28.84 g/mol-g
- g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>
- Y: altitud (metros sobre el nivel del mar **msnm**), m
- R: constante del gas ideal, 8.31434 J/mol.K
- T: temperatura, K



Presión manométrica



3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Equipo Multiparámetro	Lectura digital	1
2	Manómetro diferencial		1
3	GPS		1
4	Termoanemómetro	Lectura digital	1

3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	25 ml	1
2			
3			
4			
5			

3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1			
2			
3			
4			
5			

4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

5. Procedimientos:

**Presión manométrica**

- Medir la temperatura del agua que será el fluido manométrico. Con este dato se calculara la densidad del agua.
- Poner el fluido manométrico dentro del manómetro
- Conectar el manómetro al sistema de presión.
- Leer la diferencia de altura que genera la presión. Calcular la presión manométrica.

**Presión barométrica**

- Leer la altitud del lugar de la práctica empleando el GPS.



- Leer la temperatura ambiental del ambiente usando el termoanemómetro
- Calcular la presión barométrica empleando la fórmula.

#### **Presión absoluta**

- Calcular la presión absoluta con la presión manométrica y presión barométrica.

#### **6. Resultados: Reporte de practica**

El reporte tendrá el siguiente contenido:

- A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
- B) Objetivo(s)
- C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
- D) Aplicación ambiental del tema
- E) Conclusiones
- F) Anexos (si hay)

#### **7. Conclusiones**

- 7.1. La presión manométrica es un dato que permite estimar la fuerza generada por un fluido por unidad de área.
- 7.2. La presión barométrica depende de la temperatura y la altitud del lugar.

#### **Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



## Guía de práctica N° 2:

### Composición porcentual

Sección : .....Docente: Dante Manuel García Jiménez

Fecha : ...../...../..... Duración: 75 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Calcular la composición porcentual de una muestra de residuos sólidos.

#### 2. Fundamento Teórico

Es la expresión de una concentración que se obtiene de la división de la masa de un componente entre la masa de total (disolución).

$$\%PESO = \frac{m_{componente}}{m_{total}} \times 100$$

Fracción en peso

Sean los componentes A, B, C en una muestra donde **m** es la masa

$$x_A = \frac{m_A}{m_{TOTAL}}$$

$$x_B = \frac{m_B}{m_{TOTAL}}$$

$$x_C = \frac{m_C}{m_{TOTAL}}$$

Donde

$$m_{TOTAL} = m_A + m_B + m_C$$

Se cumple

$$x_A + x_B + x_C = 1$$



### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	1000 g y 2 decimales	1
2			
3			

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Mesa de segregación		1
2	Recipientes	1000 ml	1
3	Bolas plásticas	Medianas	1
4			
5			

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1			
2			
3			
4			
5			

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

### 5. Procedimientos:

- Verter los residuos sólidos contenidos en el recipiente en la mesa de segregación
- Clasificar y separar los residuos en: reciclables y no reciclables
- Pesar las cantidades clasificadas
- Calcular la composición porcentual (%peso)
- Disponer los residuos segregados en los tachos de segregación de la UC

### 6. Resultados

#### 6.1 Reporte de laboratorio

El reporte tendrá el siguiente contenido:

- A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
- B) Objetivo(s)
- C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
- D) Aplicación ambiental del tema
- E) Conclusiones
- F) Anexos (si hay)

### 7. Conclusiones

7.1 La composición porcentual es una herramienta importante de la ingeniería ambiental.





**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

**Ninguna**

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



## Guía de práctica N° 3:

### Análisis Instrumental: Concentración de contaminantes en el aire

Sección : .....Docente: Dante Manuel García Jiménez

Fecha : ...../...../..... Duración: 75 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Calcular la concentración de contaminantes en el aire en diferentes unidades de medida.

#### 2. Fundamento Teórico

La concentración es una relación entre la masa de contaminante y el volumen de aire.

$$C = \frac{m_{\text{contaminante}}}{V_{\text{aire}}} : \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$$

La concentración del contaminante también es expresada en ppm.

$$\text{ppm} = \frac{V_{\text{contaminante}}}{V_{\text{aire}}} : \frac{\text{ml}}{\text{m}^3}$$

Se debe usar la ecuación de gases ideales para pasar de unidades en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a ppm y viceversa

$$PV = \frac{m}{PM} RT$$



### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Medidor de gases	Lectura digital	1
2			
3			

#### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

#### 5. Procedimientos:

- En grupos desplazarse hacia el campus de la UC en el área verde al frente del pabellón administrativo.
- Cada grupo tomara datos de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. los datos estarán en ppm.
- Luego de la toma de datos de manera individual deberán realizar las conversiones necesarias de ppm a mg/m<sup>3</sup> y µg/m<sup>3</sup>

#### 6. Resultados

6.2 Concentraciones de contaminantes en diferentes unidades de medida

#### 7. Conclusiones

7.1. Las expresiones de la concentración de contaminantes en el aire no son equivalentes y deben de realizarse conversiones mediante la ecuación de gases ideales.

#### 8. Sugerencias y /o recomendaciones

Ninguna

#### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



## Guía de práctica N° 4:

### Aplicación del flujo másico, flujo volumétrico y concentración

Sección : .....Docente: Dante Manuel García Jiménez

Fecha : ...../...../..... Duración: 75 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Medir el flujo volumétrico, la velocidad del fluido y calcular el flujo másico

#### 2. Fundamento Teórico

El flujo volumétrico de un fluido es la relación de la velocidad por el área transversal por el que atraviesa:

$$V = v(A)$$

Si se conoce la densidad del fluido es posible calcular el flujo másico del fluido.

$$m = V(\rho)$$

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	Digital de 2 decimales	4
2	Multiparámetro	Digital	1
3			

##### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	500 ml	1
2	Balde	5 L	1
3			
4			
5			

**4. Indicaciones/instrucciones:**

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

**5. Procedimientos:****Parte 1: Mediciones (grupal, cada uno en su grupo)****Flujo volumétrico y velocidad del fluido**

Objetivo: Medir el flujo volumétrico de agua que sale por la manguera empleando el balde de 1 litro, la probeta y el cronómetro.

## Flujo Volumétrico

- Se debe tomar el volumen que demora en llenar el balde en un tiempo de 5-6 segundos (aprox)
- Luego verter el contenido recogido en el balde a la probeta y tomar nota del volumen (es posible que mida por partes en la probeta).
- Con el dato de volumen (ml) y tiempo (s) calcular el flujo volumétrico (ml/s). Realizar 4 mediciones y sacar el promedio.

$$\text{Flujo volumetrico} = \frac{\text{volumen recogido}}{\text{tiempo medido}}$$

## Velocidad del fluido

- Medir el área de sección transversal del conducto por donde salió el agua y calcular la velocidad a la que sale el fluido con los datos de flujo volumétrico.
- Calcular la velocidad para cada medición de flujo volumétrico.

$$\text{Velocidad del fluido} = \frac{\text{flujo volumetrico}}{\text{area del fluido}}$$

- Reportar en un cuadro los detalles de las 4 mediciones de volumen, tiempo, flujo volumétrico, área del fluido y velocidad del fluido. La velocidad de cada medición debe estar en m/s. El dato final calculado de flujo volumétrico debe de ser reportado en m<sup>3</sup>/s
- Discutir los resultados.

Cuadro 1: Flujo volumétrico y velocidad

Prueba	Volumen (ml)	Tiempo (s)	Flujo volumétrico		Área		Velocidad del fluido (m/s)
			(ml/S)	(m <sup>3</sup> /s)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	
1							
2							
3							
4							

**Parte 2: Densidad del agua**

- Para la medición de densidad del agua medir la temperatura con el multiparámetro y usar la siguiente ecuación:

$$\rho_{H_2O} = -0.00357t^2 - 0.0691t + 1000.5$$

donde

$\rho_{H_2O}$ : densidad del agua, en kg/m<sup>3</sup>

t: temperatura del agua en °C



**Parte 3: Flujo másico**

- Calcule el flujo másico en kg/s con cada dato de flujo volumétrico y con la densidad calculada.
- Reporte los datos con el detalle necesario en un cuadro.

Cuadro 2: Flujo másico

Prueba	Flujo volumétrico (m <sup>3</sup> /s)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Flujo másico (kg/s)
1			
2			
3			
4			

**6. Resultados**

- El reporte de laboratorio es manuscrito.
- El reporte tendrá el siguiente contenido:
  - A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
  - B) Objetivo(s)
  - C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.  
Debe tener los cuadros resumen de mediciones después de los cálculos correspondientes.
  - D) Aplicación a la ingeniería ambiental  
Describa donde se aplica o para que puede ser útil el flujo volumétrico y/o flujo másico en la ingeniería ambiental.
  - E) Conclusiones
  - F) Anexos (si es necesario)
- El reporte deberá tener buena organización.  
El reporte debe tener datos experimentales propios. Si se evidencia copias o datos parecidos (los datos experimentales nunca serán iguales) la nota de los grupos será CERO.

**7. Conclusiones**

7.1. El flujo volumétrico y el flujo másico son variables muy importantes para el diseño de equipos

**8. Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



## Guía de práctica N° 5:

### Diagrama de balance de materia en procesos de mezcla

Sección : .....Docente: Dante Manuel García Jiménez

Fecha : ...../...../..... Duración: 75 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

#### 1. Propósito /Objetivo (de la práctica):

Calcular el flujo volumétrico del río midiendo el área de sección transversal y la velocidad del agua. Medir los parámetros de campo (OD, T, pH, CE) del río y la descarga

#### 2. Fundamento Teórico

El flujo volumétrico de un fluido es la relación de la velocidad por el área transversal por el que atraviesa:

$$V = v(A)$$

Los estudiantes identificarán 1 punto de monitoreo en el río Shullcas y medirán el área de sección transversal del río, la velocidad del agua y el flujo volumétrico.

Los parámetros de campo de un río permiten determinar las condiciones del río y ser comparados con el ECA agua.

En el mismo punto medirán los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura (T), pH y Conductividad Eléctrica (CE) de acuerdo al formato de monitoreo. Terminado el trabajo de campo se deberá hacer un reporte mediante un trabajo de gabinete

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Correntómetro	Digital	1
2	Multiparámetro de campo	Digital	1
3	GPS		1

##### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cinta métrica	8 m	1
2	Balde	5 - 8 L	1
3	Botas		1
4	Cuerda	4 m	1
5			

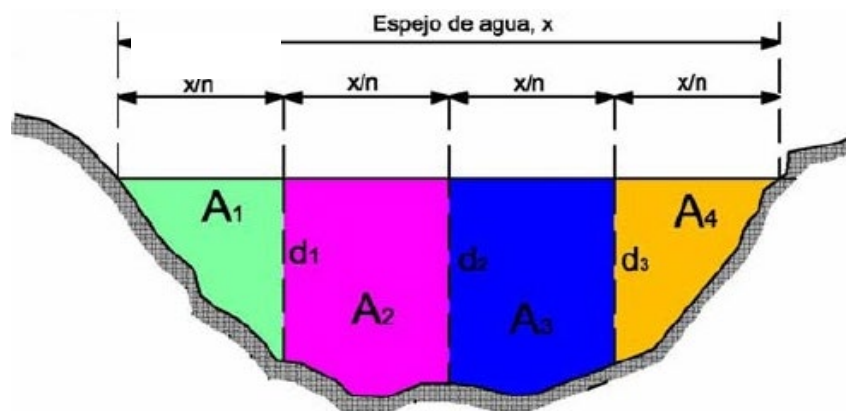
**4. Indicaciones/instrucciones:**

Usar implementos de seguridad para campo (Protector, zapato de seguridad, distintivo). Usar mascarilla y guante para la manipulación de muestras.

**5. Procedimientos:**

**Parte 1: Medición del flujo volumétrico**

a) Medir el ancho (x) del río y proyectar un número de secciones (n)



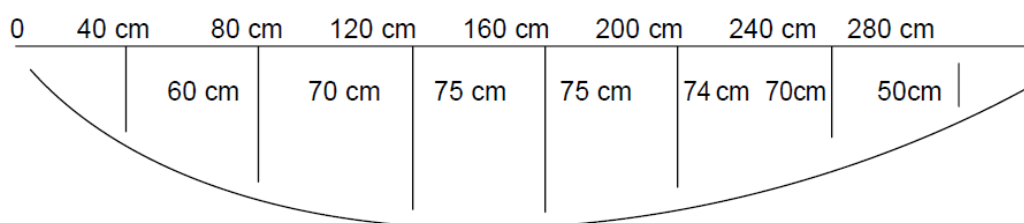
b) En cada sección se debe medir el ancho de sección y la profundidad

Ejemplo: en el gráfico de abajo  $x=280$  cm y  $n=50$  cm

Cada sección tendrá 40 cm

En cada sección debe medirse la profundidad

En el ejemplo la primera sección tiene 40 cm de ancho y 60 cm de profundidad



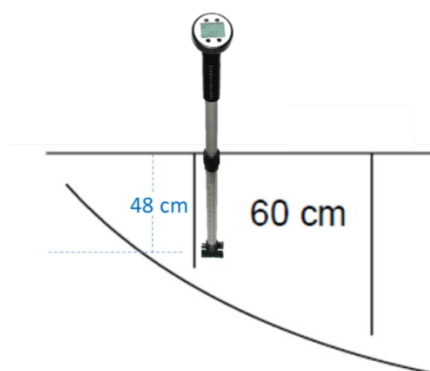
c) En cada sección se debe medir la velocidad con el correntómetro.

Se debe medir la velocidad a la profundidad según lo indica el cuadro siguiente:

Tirante de agua (h) (cm)	Profundidad de lectura del Correntómetro (cm)
<15	$h/2$
$15 < d < 45$	$0,6h$
>45	$0,2h$ y $0,8h$ ó $0,2h$ ; $0,6h$ y $0,8h$

Ejemplo: Empleando el gráfico de abajo, para el tramo 1 que tiene 60 cm de profundidad ( $>45$  cm) se debe medir la velocidad a 12 cm ( $0,2 \times 60$ cm) de profundidad desde la superficie y a 48 cm ( $0,8 \times 60$  cm) de profundidad desde la superficie. La velocidad del tramo será el promedio de ambos.





- d) Una vez que se tenga las velocidades del tramo se puede calcular el flujo volumétrico o caudal de cada tramo.

Para ello se debe multiplicar el ancho del tramo y la profundidad del tramo y la velocidad promedio.

Ejemplo:

En el primer tramo:  $Q = 0.40 \text{ m} \times 0.60 \text{ m} \times \text{velocidad (m/s)}$

El flujo volumétrico total será la suma de los flujos de cada tramo.

$$Q_{\text{total}} = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_n \times V_n$$

Datos de campo

Ancho del río:

Numero de secciones:

Ancho de sección:

Profundidad de cada sección:

Velocidad en cada sección:

## Parte 2: Medición en los parámetros de campo

- Se utilizará el medidor multiparámetro de campo para determinar los parámetros de campo de la muestra de agua.

Parámetros de campo

T:

pH:

CE:

OD:

## 6. Resultados

- El reporte de laboratorio es manuscrito.
- El reporte tendrá el siguiente contenido:
  - A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
  - B) Objetivo(s)
  - C) Ámbito de estudio  
Descripción del ámbito de estudio. Debe incluir un diagrama o gráfico (a mano, satelital o cartográfico).
  - D) Mediciones de campo  
Cuadros de mediciones
  - E) Resultados  
Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
  - F) Conclusiones  
Anexos (Formatos de campo rellenados a mano, fotografías de trabajo en campo)



- El reporte deberá tener buena organización.  
El reporte debe tener datos de campo para todos los grupos

## 7. Conclusiones

- 7.1. El balance de materia permite evaluar los procesos de mezcla de descargas y ríos.

## 8. Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 6:

## Reacciones Químicas

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../.....

Duración: 60 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

### 1. Propósito /Objetivo:

Observar reacciones químicas y conceptualizar los fundamentos de la estequiometría

### 2. Fundamento Teórico

Reacción química: representación de un fenómeno químico donde una o más sustancias forman una o más nuevas sustancias con diferentes propiedades.



Una reacción química se representa mediante una ecuación química que es una representación de una reacción química y permite conocer las sustancias que intervienen y las proporciones.

En una ecuación química se cumple el principio de conservación de la masa (ecuación balanceada).

La reacción química nos permite ver el número de moles de cada sustancia



→: Indica el sentido de la reacción. Indica que A y B se transforman en C, D, y E.

$\xrightarrow{Pt}$ : Indica que la reacción química ocurre en presencia de un catalizador.

a, b, c, d, e: Son los coeficientes estequiométricos

(s), (l), (ac), (g): Indica el estado o fase en la que se encuentran las sustancias en la reacción.

↑: Indica que es una sustancia gaseosa que se desprende.

↓: Indica que es una sustancia sólida que precipita (pp)



### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza analítica	4 decimales	1
2			
3			
4			

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	25 ml	1
2	Vaso de precipitación	50 ml	4
3	Luna de reloj		1
4	Cucharilla		1
5	Batería	9 V	1
6	Pinzas lagarto	pequeña	1

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Nitrato de plata	g	10
2	Cloruro de sodio	g	10
3	Permanganato de potasio	g	5
4	Peróxido de hidrogeno	ml	50
5	Bicarbonato de sodio	g	10

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

### 5. Procedimientos:

#### a. Reacción química 1

- En un vaso de precipitación vierta 20 ml (aprox) de la solución de cloruro de sodio
- Ahora vierta lentamente 20 ml (aprox) de una solución de nitrato de plata sobre la solución anterior.
- Observe y responda las preguntas en el reporte.

#### b. Reacción química 2

- Vierta en un vaso de precipitación 40 ml (aprox) de agua oxigenada.
- Pese 0.2 mg de permanganato de potasio y luego vierta lentamente al agua oxigenada.
- Observe y responda las preguntas científicas.

#### c. Reacción química 3

- Vierta 80 ml aprox de agua sobre un vaso
- Pese 1 g (aprox) de bicarbonato de sodio, vierta sobre el agua y disuelva.
- Haga sujetar cada pinza del cable a cada carbón. Póngalo en el vaso con agua.
- Sujete las otras pinzas a la batería.
- Observe y responda las preguntas científicas.



## 6. Resultados

Reacción química 1

¿Cuál es la ecuación química?

¿Qué se observa durante la reacción?

¿En qué estado (sólido, líquido, gas, acuoso) se encuentra cada reactante y cada producto?

Reacción química 2

¿Cuál es la ecuación química?

¿Qué se observa durante la reacción?

¿En qué estado (sólido, líquido, gas, acuoso) se encuentra cada reactante y cada producto?

Reacción química 3

¿Cuál es la ecuación química?

¿Qué se observa durante la reacción?

¿En qué estado (sólido, líquido, gas, acuoso) se encuentra cada reactante y cada producto?

## 7. Conclusiones

7.1. Las reacciones y ecuaciones químicas son fundamentales para la estequiometría

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 7:

## Estequiometria Básica Experimental

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../.....

Duración: 60 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

### 1. Propósito /Objetivo:

Demostrar la estequiometría de una reacción básica con resultados experimentales y cálculos analíticos.

### 2. Fundamento Teórico

La estequiometría es una área de la química que permite calcular cantidades de reactantes y productos de una reacción química.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza analítica	4 decimales	1
2			
3			
4			

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	25 ml	1
2	Vaso de precipitación	50 ml	4
3	Luna de reloj		1
4	Cucharilla		1

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Ácido acético	ml	50
2	Bicarbonato de sodio	g	10
3			
4			
5			

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante



5. Procedimientos:

Reacción química



- a) Calculo de la masa de CO<sub>2</sub> experimental
  - Pesar un matraz y anotar el peso (W<sub>matraz</sub>)
  - Sobre el matraz poner aproximadamente 20 ml de ácido acético (vinagre) y pesar. Este será el peso del ácido (W<sub>ácido</sub>)
  - Por separado pesar aproximadamente 2 g de bicarbonato de sodio (W<sub>bicarbonato</sub>)
  - Mezclar lentamente el bicarbonato con el ácido acético. Se iniciara la reacción. Dejar hasta que culmine la reacción.
  - Una vez que haya terminado la reacción pesar el matraz. (W<sub>final</sub>)
  - Mediante la siguiente ecuación calcule el peso experimental del CO<sub>2</sub> generado en la reacción.

$$W_{\text{CO}_2} = (W_{\text{matraz}} + W_{\text{ácido}} + W_{\text{bicarbonato}}) - (W_{\text{final}})$$

- b) Calculo de la masa de CO<sub>2</sub> estequiométrico (Luego de la parte experimental)
  - Con el peso del bicarbonato de sodio calcule por estequiometría la cantidad de CO<sub>2</sub> que se desprende.

Cuadro reporte 1:

CO <sub>2</sub> experimental (g)	CO <sub>2</sub> estequiométrico (g)

6. Resultados

- El reporte de laboratorio es manuscrito.
- El reporte tendrá el siguiente contenido:
  - A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
  - B) Objetivo(s)
  - C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
  - D) Conclusiones
  - E) Anexos (si hay)
- El reporte deberá tener buena organización. El reporte debe tener datos experimentales propios. Si se evidencia copias o datos parecidos (los datos experimentales nunca serán iguales) la nota de los grupos será CERO.

7. Conclusiones

7.1. La estequiometría es la base del balance de materia con reacciones químicas.

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 8:

## Estequiometria Experimental

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../.....

Duración: 60 min

**Instrucciones:** Utilizar los implementos de seguridad y realizar la práctica de laboratorio. Elaborar el reporte con el contenido mínimo y entregarlo en la fecha indicada.

### 1. Propósito /Objetivo:

Demostrar la estequiometría de una reacción con resultados experimentales y cálculos analíticos involucrando porcentaje de conversión y sustancias no puras.

### 2. Fundamento Teórico

La estequiometría es una área de la química que permite calcular cantidades de reactantes y productos de una reacción química.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza analítica	4 decimales	1
2			
3			
4			

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	25 ml	1
2	Vaso de precipitación	50 ml	4
3	Luna de reloj		1
4	Cucharilla		1

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Cobre	Alambre , g	20
2	Ácido nítrico	QP. ml	500
3			
4			
5			

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante





5. Procedimientos:

Reacción Química:



a) Cálculo de la masa experimental de NO<sub>2</sub> desprendido

- Pesarse un vaso y anotar el peso (W<sub>vaso</sub>)
- Sobre el vaso verter aprox 5 ml de HNO<sub>3</sub> y pesar. Importa más el peso que el volumen. Anotar el peso (W<sub>ácido</sub>)
- Por separado pesar cierta cantidad de Cu (W<sub>metal-inicial</sub>). Esta será la cantidad inicial de reactante.
- Mezclar para iniciar la reacción.
- Una vez que haya terminado la reacción pesar el vaso. (W<sub>vaso</sub>). Es posible que no se haya consumido el cobre, no se preocupe.
- Mediante la siguiente ecuación calcule el peso del gas generado en la reacción

$$W_{\text{GAS}} = (W_{\text{matraz}} + W_{\text{ácido}} + W_{\text{metal-inicial}}) - (W_{\text{final}})$$

b) Cálculo de la masa estequiométrica de NO<sub>2</sub> desprendido

- Saque con la pinza y con mucho cuidado el Cu que sobra en la reacción y lave con agua repetidas veces. Recuerde que estaba en contacto con ácido. Luego seque y pese el metal y anote el peso (W<sub>metal-no-rx</sub>).
- Calcule el peso del Cu que reaccionó (W<sub>metal-rx</sub>)

$$W_{\text{metal-rx}} = W_{\text{metal-inicial}} - W_{\text{metal-no-rx}}$$

c) Cálculo del % de conversión

- Calcule el peso del NO<sub>2</sub> que reaccionó con el peso de Cu que reaccionó (W<sub>metal-rx</sub>) usando estequiometría.
- Calcule el % de conversión con los datos del Cu

Cuadro reporte:

NO <sub>2</sub> experimental (g)	NO <sub>2</sub> estequiométrico (g)

% conversión

6. Resultados

- El reporte de laboratorio es manuscrito.



- El reporte tendrá el siguiente contenido:
  - A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
  - B) Objetivo(s)
  - C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
  - D) Conclusiones
  - E) Anexos (si hay)
  
- El reporte deberá tener buena organización.  
El reporte debe tener datos experimentales propios. Si se evidencia copias o datos parecidos (los datos experimentales nunca serán iguales) la nota de los grupos será CERO.

## 7. Conclusiones

7.1. La estequiometría es la base del balance de materia con reacciones químicas.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 9:

## Combustión completa e incompleta

Sección : .....Docente: *Escribir el nombre del docente*

Fecha : ...../...../.....

Duración: 60 min

**Instrucciones:** Cada grupo presentara la reacción de combustión asignada utilizando los implementos de seguridad y explicando su desarrollo lo cual será evaluado mediante la ficha correspondiente.

### 1. Propósito /Objetivo:

Explicar lo observado en una reacción de combustión y demostrar mediante los componentes que intervienen que la reacción corresponde a una combustión.

### 2. Fundamento Teórico

Las reacciones de combustión son reacciones químicas cuyos reactante es  $O_2$

En los procesos reales se usa aire que tiene 21% de  $O_2$  y 79% de  $N_2$  (% mol).

Es común que en un proceso no se alimente una cantidad exacta de aire sino un exceso.

Es necesario diferenciar los siguientes términos:

Cantidad Teórica (o Estequiométrica): Calculada mediante la estequiometria.

Cantidad en exceso: Cantidad o % adicional a la cantidad estequiométrica

Cantidad Real (o Alimentada): suma de la cantidad teórica y la cantidad en exceso.

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

Cada equipo definirá los materiales, equipos y reactivos a usar de pendiendo a la reacción seleccionada, por lo cual presentaran su requerimiento al laboratorio.

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

### 5. Procedimientos:

- El trabajo se asignara con una semana de anticipación.
- Cada grupo elegirá una reacción de combustión.
- Remitirán su requerimiento al laboratorio, cuyo encargado confirmara que materiales o reactivos podrán ser proporcionado por la universidad y cuáles no. Los que no serán proveídos por la universidad el grupo los deberá llevar para la demostración de su reacción.
- Una vez aprobados los materiales enviaran al correo del docente el nombre de la reacción y la confirmación de los materiales que serán proporcionados por el laboratorio así como las que ellos llevaran (el docente deberá definir la fecha límite del envío).
- El día de la presentación de la reacción, cada grupo deberá contar con todos los materiales requeridos para la aplicación, es decir deberán hacer el seguimiento correspondiente de los materiales solicitados.
- Para la presentación podrán contar con los materiales que ellos estimen necesarios, lo cual



también será evaluado.

- Iniciaré cada grupo explicando su reacción de combustión, paso a paso destacando porque es una reacción de combustión, usando términos relacionados al tema y demostrando el dominio del mismo.
- Finalmente la audiencia y/o docente deberá realizar interrogantes al grupo las cuales deberán ser respondidas por el integrante que el docente asigne.
- El grupo será evaluado desde el inicio de clase, es decir que las coordinaciones no se deberán realizar en el salón y deberán tener los materiales listos para la presentación, asimismo se observara la puntualidad de los integrantes.

## 6. Resultados

Demostración y exposición presentada de combustión completa e incompleta.

## 7. Conclusiones

7.1. Las reacciones de combustión son importantes en el control de contaminantes atmosféricos.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 10:

## Segunda Ley de la Termodinámica

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../.....

Duración: 60 min

**Instrucciones:** Cada grupo presentara la demostración del tema utilizando los implementos de seguridad y explicando su desarrollo lo cual será evaluado mediante la ficha correspondiente.

### 1. Propósito /Objetivo:

Explicar la segunda ley de la termodinámica mediante una exposición demostrativa.

### 2. Fundamento Teórico

Segunda Ley de la Termodinámica

Cualquier proceso que ocurre espontáneamente produce un aumento de entropía del universo.

La entropía es una función de estado, tiene una propiedad extensiva cuyas unidades son J/K

La entropía puede considerarse como una medida de la probabilidad (desorden)

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

Cada equipo definirá los materiales, equipos y reactivos a usar de pendiendo a la reacción seleccionada, por lo cual presentaran su requerimiento al laboratorio.

### 4. Indicaciones/instrucciones:

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

### 5. Procedimientos:

- El trabajo se asignara con una semana de anticipación.
- Cada grupo elegirá una demostración práctica o experimental después de una revisión bibliográfica o referencial.
- Si es necesarios algún material de laboratorio o reactivo remitirán su requerimiento al laboratorio, cuyo encargado confirmara que materiales o reactivos podrán ser proporcionado por la universidad y cuáles no. Los que no serán proveídos por la universidad el grupo los deberá llevar.
- Una vez aprobados los materiales enviaran al correo del docente y la confirmación de los materiales que serán proporcionados por el laboratorio así como las que ellos llevaran (el docente deberá definir la fecha límite del envío).
- El día de la presentación de la demostración cada grupo deberá contar con todos los materiales requeridos para la aplicación, es decir deberán hacer el seguimiento correspondiente de los materiales solicitados.
- Para la presentación podrán contar con los materiales que ellos estimen necesarios, lo cual también será evaluado.
- Iniciará cada grupo explicando su demostración, paso a paso usando términos relacionados al tema y demostrando el dominio del mismo.



- Finalmente la audiencia y/o docente deberá realizar interrogantes al grupo las cuales deberán ser respondidas por el integrante que el docente asigne.
- El grupo será evaluado desde el inicio de clase, es decir que las coordinaciones no se deberán realizar en el salón y deberán tener los materiales listos para la presentación, asimismo se observara la puntualidad de los integrantes.

### 6. Resultados

Demostración y exposición presentada de la Segunda Ley de la Termodinámica.

### 7. Conclusiones

7.1. El balance de energía se basa en las leyes de la termodinámica.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Monsalvo, R. (2010). Balance de materia y energía: procesos industriales. México D. F., México: Instituto Politécnico Nacional.



# Guía de laboratorio N° 11:

## Balance de Energía Mecánica

Sección : .....Docente: Escribir el nombre del docente

Fecha : ...../...../..... Duración: 60 min

**Instrucciones:** Cada grupo presentara la demostración del tema utilizando los implementos de seguridad y explicando su desarrollo lo cual será evaluado mediante la ficha correspondiente.

### 1. Propósito /Objetivo:

Calcular la potencia transmitida al fluido.

### 2. Fundamento Teórico

La potencia transmitida al fluido depende de la presión, energía cinética, energía potencial y las perdidas por fricción.

La ecuación de balance de energía mecánica deriva de la primera ley de la termodinámica.

$$\frac{-\dot{W}_s}{\dot{m}} = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta v^2}{2} + g\Delta z + F$$

$\dot{W}_s$ :Potencia transmitida al fluido, Watts

m: flujo másico, kg/s

$\Delta P$ : variación de presión, Pa

$\rho$ : densidad del fluido, kg/m<sup>3</sup>

$\Delta v$ : variación de velocidad, m/s

g: gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

$\Delta z$ : variación de altura, m

F: perdidas por fricción

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	Digital de 2 decimales	4
2	Multiparámetro	Digital	1
3			

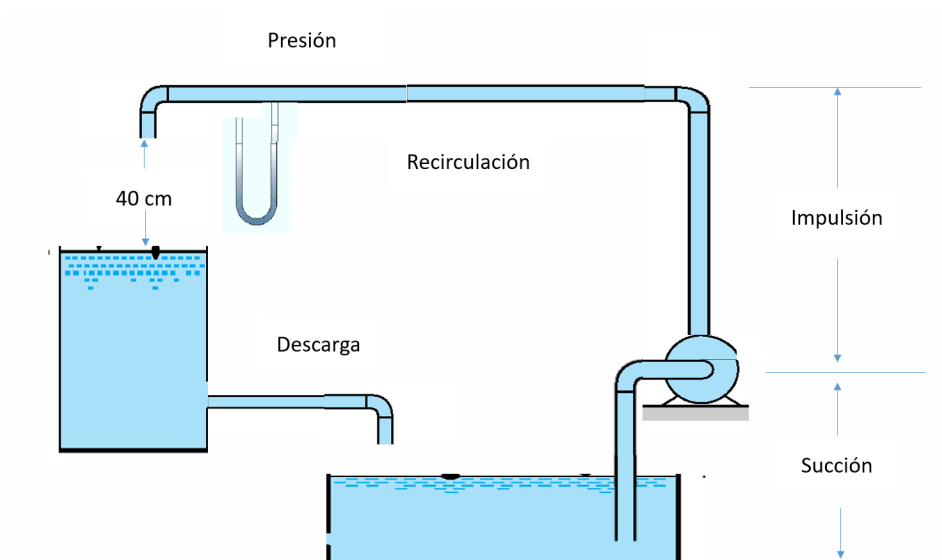
#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Probeta	500 ml	1
2	Balde	5 L	1
3			

**4. Indicaciones/instrucciones:**

Usar implementos de seguridad. Tener cuidado con objetos punzocortante

**5. Procedimientos:**



**Potencia transmitida al fluido**

Identificar las variables de la ecuación de balance de energía

Cada grupo debe medir y calcular:

- la presión de descarga del sistema
- el flujo volumétrico de la primera descarga (4 mediciones)
- la densidad del fluido (4 mediciones con el método de la probeta)
- el flujo másico del sistema
- la velocidad de salida
- la altura de la impulsión

Con los datos de cada grupo se debe calcular la potencia transmitida al fluido  
 Toda el aula debe de presentar el reporte de laboratorio

**Balance de materia en estado transitorio**

Cada grupo debe medir el flujo volumétrico de la segunda descarga (4 mediciones)

Con los datos de ambas descargas debe calcularse la acumulación del sistema

Con los datos de balance de materia debe responder la siguiente pregunta ¿En cuánto tiempo se llenara el recipiente?

$$A = E - S$$

**6. Resultados**

- El reporte de laboratorio es manuscrito.





- El reporte tendrá el siguiente contenido:
  - A) Título, sección, fecha y los integrantes del equipo de trabajo
  - B) Objetivo(s)
  - C) Resultados y discusión. Considere que el reporte deberá considerar cada detalle de las mediciones y los procedimientos de cálculos.
  - D) Conclusiones
  - E) Anexos (si hay)
  
- El reporte deberá tener buena organización.  
El reporte debe tener datos experimentales propios. Si se evidencia copias o datos parecidos (los datos experimentales nunca serán iguales) la nota de los grupos será CERO.

## 7. Conclusiones

7.1. El balance de energía mecánica es ampliamente aplicada al diseño en ingeniería ambiental.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

Nayef, G. y Redhouane, H. (2015). Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances. Florida: CRC Press.