



Universidad Nacional de La Rioja
Departamento Académico de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales

*Lo que vemos
cambia lo que
sabemos. Lo que
conocemos cambia
lo que vemos.*

J. Piaget



CÁTEDRA: TERMODINÁMICA BIOLÓGICA

CARRERA: FARMACIA

Guía de Trabajos Prácticos

Prof. Titular: Ing. Francisco A. Asís Filonzi

Prof. Adjunto: Ing. Mercedes B. Flores

Prof. JTP : Ing. Marcos S. Morales

Prof. JTP : Bioq. Ana Carolina Oviedo

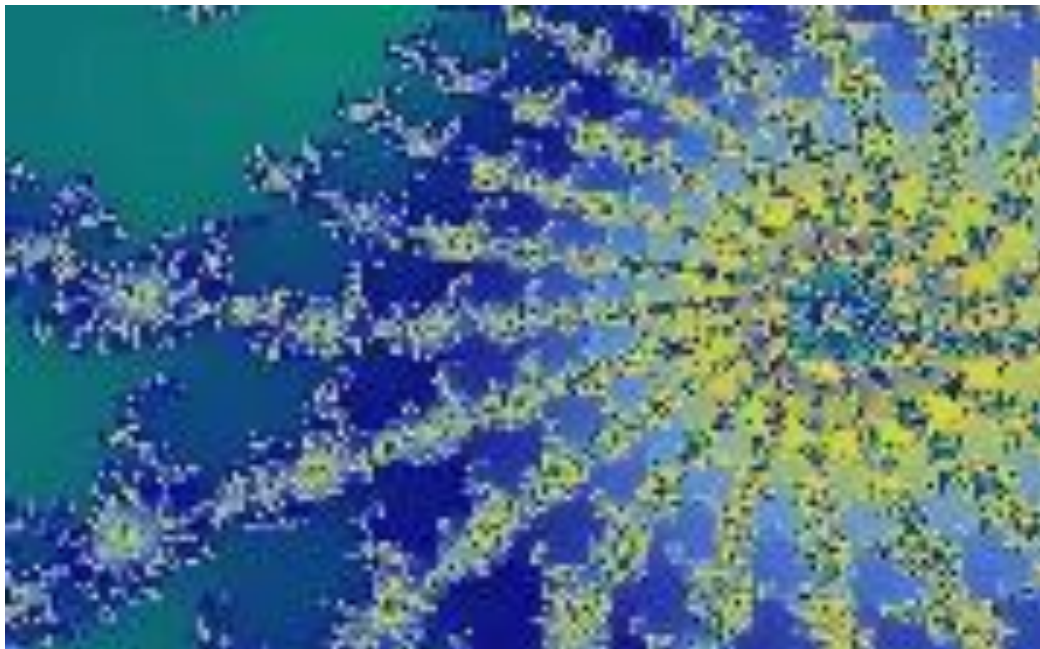
AÑO 2026

ÍNDICE

TEMA	PÁG
CRONOGRAMA	3
TRABAJO PRÁCTICO 1: FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS Y PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS - PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA	4
TRABAJO PRÁCTICO 2: PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA	5

PROGRAMA ANALÍTICO Y DE EXAMEN**CONTENIDOS MÍNIMOS ORD. HCS. N° 250/2025**

Propiedades Físico-Químicas. Termodinámica. Termodinámica 1° y 2° Ley de la Termodinámica. Nociones de Fotoquímica. Transformación de energía radiante en energía química u osmótica. El uso de la energía osmótica para generar Transferencia de sustancias y señales eléctricas. Físico-Química del transporte de solutos a través de distintos epitelios. Métodos físicos para determinar el tamaño y forma de macromoléculas. Interacciones intermoleculares. Fuerzas. Estructuras supramoleculares en las que intervienen macromoléculas.

**UNIDAD 1: Fundamentos Termodinámicos y Propiedades Físico-Químicas**

Introducción. Fundamentos termodinámicos. Conceptos básicos. Leyes fundamentales de la Termodinámica. Estado y propiedades del sistema. Principales propiedades y características. Energía interna, entalpía, entropía. Tipos. Calor, trabajo, capacidad calorífica. Propiedades coligativas y transporte pasivo. Relaciones termodinámicas básicas. Conceptos termodinámicos claves en Bioquímica y Farmacia.

UNIDAD 2: Primera y Segunda Ley de la Termodinámica

Primer principio: conservación de la energía. Procesos termodinámicos. Procesos reversibles e irreversibles. Calor de reacción y termoquímica. Segundo principio y entropía. Energía libre de Gibbs. Aplicaciones de la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica en Bioquímica y Farmacia.

UNIDAD 3: Transformación de Energía en Sistemas Biológicos

Bioenergética. Energía radiante y fotoquímica básica. Conversión de energía en organismos. Procesos. Flujo de energía. Metabolismo y Energía. Catabolismo. Anabolismo. Energía química a energía osmótica. Principios. Métodos. Acoplamiento energético. Gradientes electroquímicos y potencial de membrana.

UNIDAD 4: Transporte de Solutos y Señales Eléctricas

Difusión simple y facilitada. Transporte activo primario y secundario. Relevancia farmacéutica. Osmosis. Medios. Directa. Inversa. Presión osmótica. Transporte epitelial. Relevancia en el diseño Farmacéutico y Biofarmacia. Generación de potenciales eléctricos en membranas biológicas.

UNIDAD 5: Interacciones Intermoleculares y Estructuras Supramoleculares

Enlaces débiles y fuerzas intermoleculares. Autoensamblaje molecular. Aplicaciones en Bioquímica. Aplicaciones en Farmacia y Nonomedicina. Propiedades físico-químicas de las proteínas. Aplicaciones en Farmacia. Propiedades físico-químicas de los ácidos nucleicos. Farmacia. Métodos físicos para caracterizar macromoléculas. Estructuras supramoleculares en biología.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alberty, R.A.; & Silvey, R.J. (2020) Termodinámica Química y Biológica. Editorial Reverté
- Atkins, P. & de Paula, J. (2020) Físico-Química para Ciencias Biológicas. Editorial Panamericana
- Keener, J. & Sney, J. (2021) Modelado Matemático en Biología Celular. Editorial Elsevier
- Nocholls, D. G. & Ferguson, S. J. (2020) Bioenergética. Editorial Médica-Panamericana

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Estrada, J. (2020) Físico-Química Biológica. Ediciones Científicas Americanas
- Espinoza, J. M. (2021) Introducción a la Termodinámica Biológica Aplicada. Editorial Alfaomega
- Curtis Schnek, Barnes Massarini – Curtis Biología – Capítulo 4 - 7° Edición – Editorial Médica Panamericana -2007
- Evelyn Maitee Marín – “Ósmosis” ; Ingeniera Industrial; MSc en Física
- National Institutes of Health (.gov). Absorción de los fármacos - Farmacología clínica; 2024
- Universidad Miguel Hernández de Elche. Ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz: una descripción general
- “Fuerzas intermoleculares”, Martínez, J. & Iriando, C.; OCW 2013; <https://ocw.ehu.eus/>
- “Propiedades de los Ácidos Nucleicos”, Dr. Edwin W. Condori Poma; Bioquímico; Universidad Mayor de San Andrés; Lima, Perú
- Moore W.J. Química Física. Ed. Urmo, S. A., Bilbao, España.1977.
- Conceptos de Biología – Charles Molnar; Jane Gair – Cap. 4.1 - Creative Commons Attribution 4.0 International Licence – 1° Edición Canadiense – 2015)
- Atkins, P.W. Fisicoquímica. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. Wilmington, Delaware, USA.1991.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA EN INGLÉS

- Hayne, Donald T. “Biological Thermodynamics”, Cambridge University Press & Assessment. 2010 ISBN 9780511754784
- Hanson, Robert M. ; Green, Susan “Introduction to Molecular Thermodynamics”, Sausalito, California University Science Books. 2008

- Callen, Herbert B. "Thermodynamics and Introduction Thermostatistics", University of Pennsylvania, John Wilry & Sons. 1985. 2° Edición - Download Free PDF
- Hayne, Donald T. "Biological Thermodynamics", Cambrige University Press & Assessment. 2010 ISBN 9780511754784
- Hanson, Robert M. ; Green, Susan "Introduction to Molecular Thermodynamics", Sausalito, California University Science Books. 2008
- Callen, Herbert B. "Thermodynamics and Introduction Thermostatistics", University of Pennsylvania, John Wilry & Sons. 1985. 2° Edición - Download Free PDF
- Katchalsky A y Currant PF. Non-equilibrium Thermodynamics in Biophysics. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1965.
- Schultz S. Basic Principles of Membrane Transport, Cap. 1. Cambridge University Press, 1980.
- National Institutes of Health – "Osmotics Pressure and Its Biological Implication) <https://pnc.ncbi.nlm.nih.gov>articles>PMC10970305>
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Morgan D, Raff M, Roberts K, Walter P (2014) Molecular biology of the cell, 6th edn. Garland, New York – Springer Nature Link
- Aon M.A. and Cortassa S. Dynamic Biological Organization. Fundamentals As Applied To Cellular Systems. Chapman and Hall, London, UK. 1997.
- Daune, M. Molecular Biophysics. Structures In Motion, Oxford University Press, Oxford. 1999.
- Israelachvili, J.N. Intermolecular And Surface Forces. Academic Press, New York. 1989.
- Nelson D.L., Cox, M.M. Lehninger, Principles Of Biochemistry. 3ª Ed. Worth Publishers, New York, 2000.
- Okninski, A. Catastrophe Theory. Chemical Kinetics. vol 33. Ompton R.G. Ed. Elsevier PWN, Polish Scientific Publishers, Varsovia, 1992.
- Peacocke, A.R. An Introduction To The Physical Chemistry Of Biological Organization. Oxford Sci. Pub. Clarendon Press, Oxford. 1989.
- Aon M.A. and Cortassa S. Dynamic Biological Organization Fundamentals As Applied To Cellular Systems. Chapman and Hall, London, UK. 1997.
- Daune, M. Molecular Biophysics Structure in Motion, Oxford University Press, Oxford. 1999.
- Israelachvili J.N. Intermomolecular and Surface Forces. Academic Press, New York. 1989.
- Nelson D.L., Cox, M.M. Lehninger, Principles of Biochermistry. 3ª Ed. Worth Publishers, New York, 2000.
- Okninski, A. Catastrophe Chemical Kinetcs. vol 33. Ompton R.G. Ed. Elsevier PWN, Polish Scientific Publishers, Varsovia, 1992.
- Peacocke, A.R. AN Introduction to the Physical Chemistry of Biological Organization. Oxford Sci.Pub. Clarendon Press, Oxford. 1989.

Divulgación Científica:

- Briggs J. , Peat F.D. Las Siete Leyes del Caos. Las ventajas de una Vida Caótica. Ed. Grijalbo, Barcelona. 1999.
- Goodwin, B. Las Manchas del Leopardo. Tusquets Ed. 1994.
- Olivares, C.M. Tecnologías Emergentes de Cómputo. Teoría del Caos. Alfaomega Grupo Editor, S.A., Mexico. 1997
- Prigogine, I., Tan solo una Ilusión. Una Exploración del Caos al Orden. Tusquets, Barcelona, 1988.

CRONOGRAMA DE DICTADO DE TRABAJOS PRÁCTICOS Y EVALUACIONES PARCIALES

FECHA	TRABAJO PRÁCTICO
18 -19/08	TRABAJO PRÁCTICO 1: FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS Y PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS - PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA
25 – 26/08	TRABAJO PRÁCTICO 2: PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA
01 – 02/09	TRABAJO PRÁCTICO 2: PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA
15 – 16/09	TRABAJO PRÁCTICO 3: TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS BIOLÓGICOS
22 – 23/09	TRABAJO PRÁCTICO 3: TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS BIOLÓGICOS
30/09	Parcial 1
06 – 07/10	
13 – 14/10	
20 – 21/10	
27 – 28/10	
03 – 04/11	
10 – 11/11	
17 – 18/11	

Los trabajos prácticos de la Guía serán presentados durante el cursado, en las fechas que definan los profesores de práctica.

TRABAJO PRÁCTICO 1: FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS Y PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS - PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Cuestionario previo:

- 1) Defina los conceptos de materia y fluido. Cuales son los estados de la materia o de un sistema y que características tiene cada uno de ellos.
- 2) Cuales son los cambios de estados de la materia.
- 3) ¿Cómo identificamos una sustancia de otra? Indique las propiedades que caracterizan a la materia o a un sistema y defina cada una de ellas.
- 4) Defina los conceptos de calor, calor específico, calor latente, capacidad calorífica, poder calorífico y trabajo mecánico y las unidades en las que se miden.
- 5) Que se entiende por energía interna, entalpía y entropía.
- 6) Cuales son las cuatro propiedades coligativas de un sistema.
- 7) Defina que se entiende por sistema termodinámico, entorno y universo.
- 8) Que establece la ley cero de la termodinámica.
- 9) Enuncie el primer principio de la termodinámica. Que ecuación lo representa y que unidades intervienen en la misma.

PROBLEMAS

1- Indicar con verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

- a. El punto de ebullición y el de fusión es propio de cada sustancia o material ()
- b. La presión se define como la fuerza que actúa por unidad de volumen ()
- c. La porosidad es una propiedad extensiva ()
- d. Cuando mezclamos agua y aceite, el agua queda en el fondo porque es menos densa ()
- e. La masa de un cuerpo, material o sustancia es la misma en la Tierra que en la Luna ()
- f. El peso de un cuerpo, material o sustancia es distinto en la Tierra que en la Luna ()
- g. La temperatura es una propiedad intensiva ()
- h. La densidad de una sustancia es la relación entre el peso y el volumen ()

2- a) Si dos cuerpos de igual masa, uno de cobre y otro de hierro, ambos a la misma temperatura inicial, reciben la misma cantidad de calor, ¿cuál de los dos alcanzará una temperatura mayor?, ¿por qué?

b) Dos cuerpos de igual material y distinta masa se introducen, con temperaturas iniciales diferentes, en un recipiente adiabático de capacidad calorífica despreciable hasta que alcanzan el equilibrio térmico, ¿cuál de los dos experimenta mayor variación en su temperatura? ¿Qué suposición hay que hacer para responder esta pregunta?

3- Un gas absorbe 800J de calor y realiza un trabajo neto de 200J, mientras expulsa 300J de calor en el proceso. Cuál es la variación de su energía interna y que indica el signo de la misma.

Solución: $\Delta U = 300J$

4- Un gas ideal en un recipiente realiza 600 J de trabajo (W) sobre sus alrededores, y pierde 450J de calor (Q). ¿Cuál es el cambio en la energía interna ΔU del gas?

Solución: $\Delta U = -1050J$

5- Una máquina térmica realiza 240J de trabajo durante el cual su energía interna disminuye en 400J. ¿Cuál será el intercambio de calor neto de este proceso y que indica el signo del mismo?

Solución: $\Delta Q = -160J$

6- Se deja caer desde una altura h sobre el suelo un recipiente térmicamente aislado y lleno de agua. Si el choque es perfectamente inelástico y toda la energía mecánica perdida en la caída se convierte en energía interna del agua, ¿cuál deberá ser la altura h para que la temperatura del agua aumente en 1°C?

Solución: $h = 426m$

7- Un sistema consiste en 3kg de agua. Sobre él se realiza un trabajo de 25kJ agitándolo con una rueda de paletas. Durante ese tiempo, 15kcal de calor se escapan del sistema debido a un deficiente aislamiento. ¿Cuál es la variación de la energía interna del sistema?

Solución: $\Delta U = -37760J = -37.7kJ$

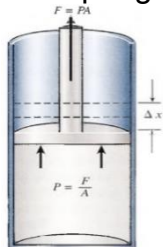
TRABAJO PRÁCTICO 2: PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Cuestionario previo:

- 1) Cómo se clasifican los sistemas termodinámicos y que interacciones son posibles.
- 2) Como se define el estado de un sistema termodinámico y cuando ocurren los llamados equilibrios termodinámico y térmico.
- 3) Defina que se entiende por transformación termodinámica y cómo se clasifican.
- 4) Que se entiende por procesos reversibles e irreversibles.
- 5) Describa un proceso isobárico de un gas a presión constante.
- 6) Describa un proceso adiabático de un sistema.
- 7) Describa un proceso isocórico de un sistema.
- 8) Describa un proceso isotérmico de un sistema.
- 9) Enuncie la segunda ley de la termodinámica. Que ecuación lo representa y en que unidades se mide.
- 10) Como se define la eficiencia de una máquina térmica.
- 11) Como se define la eficiencia de una máquina térmica ideal en el llamado Ciclo de Carnot.
- 12) Como se define el coeficiente de rendimiento K en una máquina térmica que actúa como refrigerador.

PROBLEMAS

- 1- Suponga que el gas dentro del cilindro de la figura, se dilata a una presión constante de 200kPa, en tanto que su volumen aumenta de $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ a $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. ¿Qué trabajo realiza el gas?



Solución: 600J

- 2- Se encierra un gas en un tanque rígido y se le suministran 150 J de calor. Como el tanque no cambia de tamaño, el volumen es fijo y no hay movimiento. ¿Cuál es la variación de su energía interna?

Solución: $\Delta U = 150J$

- 3- Un gas ideal se expande isotérmicamente al tiempo que absorbe 4.80J de calor. El pistón tiene una masa de 3kg. ¿A qué altura se elevará el pistón respecto de su posición inicial?

Solución: $h=16.3\text{cm}$

- 4- Durante una expansión isobárica, una presión constante de 250kPa hace que el volumen de un gas pase de 1 a 3l. ¿Qué trabajo realiza el gas?

Solución: $W=500J$

- 5- Se encierran en un contenedor dos kilogramos de agua, originalmente a 20°C , de modo que todo cambio es isocórico. Luego, el agua absorbe 9000J de calor, al tiempo que 1500J se pierden al medio debido a un mal aislamiento. Determine el incremento en la temperatura del agua y la temperatura final.

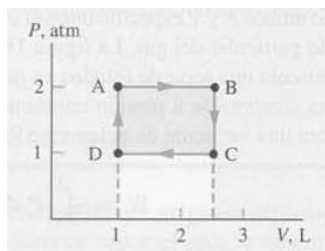
Solución: $\Delta t=0.896^\circ\text{C}$; $t_f=20.896^\circ\text{C}$

- 6- ¿Cuál es la eficiencia de un motor que realiza 300J de trabajo en cada ciclo, al tiempo que desecha 600 J hacia el medio?

Solución: $e = 33.3\%$

7- Una máquina ideal que funciona entre dos depósitos a 500K y 400K, respectivamente, absorbe 900J de calor del depósito a alta temperatura durante cada ciclo. Calcular: a) cuál es su eficiencia, b) el trabajo realizado, c) cuánto calor libera al medio.

Solución: a) 20% ; b) 180J ; ; c) 720J



8- Un gas ideal experimenta un proceso cíclico A-B-C-D-A, como indica la figura. El gas inicialmente tiene un volumen 1litro y una presión de 2atm y se expande a presión constante hasta que su volumen es 2.5litros, después de lo cual se enfría a volumen constante hasta que su presión es 1atm. Entonces se comprime a presión constante hasta que su volumen es de nuevo 1litro. Finalmente se calienta a volumen constante hasta volver a su estado original. Determinar: a) el trabajo

total realizado por el gas, b) el calor total añadido durante el ciclo. Solución: a) $W_{Total} = 151.95J$; b) $Q = 151.95J$

9- Una máquina de Carnot absorbe 1200cal durante cada ciclo cuando funciona entre 500 y 300K. Calcular: a) ¿Cuál es la eficiencia?, b) ¿Cuánto calor es expulsado?, c) ¿Cuánto trabajo se realiza, en Joules, durante cada ciclo?

Solución: a) 40%; b) 720cal; c) 2009.28J

10- Un refrigerador ideal funciona entre los 500 y 400K. En cada ciclo extrae 800J de un depósito frío. ¿Cuánto trabajo se lleva a cabo en cada ciclo y cuánto calor se libera al medio?

Solución: a) $W = 200J$; b) $Q_{calor} = 1000J$

TRABAJO PRÁCTICO 3: TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS BIOLÓGICOS

Cuestionario previo

- 1) Que estudia la Bioenergética en Biología, Bioquímica y Farmacología.
- 2) Que es el metabolismo y energía, catabolismo y anabolismo.
- 3) Como está constituido un remedio o fármaco. Defina cada parte y cómo se clasifican.
- 4) Que estudia la termoquímica.
- 5) Qué leyes se deben tener en cuenta en la termoquímica.
- 6) Que energía mide la entalpía en los procesos que ocurren en un sistema.
- 7) Cómo se calcula la variación de entalpía de una reacción química.
- 8) Que mide la entropía de un sistema. Que ocurre con la misma en los procesos reversibles e irreversibles. En que unidades se mide.
- 9) Defina las energías de Gibbs y de Helmholtz. Como varían en los distintos procesos.

Problemas

1) Calcular la entalpía de formación del amoníaco a partir de su reacción de formación.

2) En las reacciones de la hulla calentada (considerada aquí aproximadamente como grafito):

a) $C_{(grafito)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)}$ cuando se quema con oxígeno

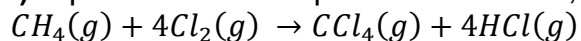
b) $C_{(grafito)} + H_2O_{(g)} = CO_{(g)} + H_2_{(g)}$ calentada con vapor sobrecalentado

Calcular las variaciones de entalpía ΔH (entalpía de reacción) para 500K para ambas reacciones.

3) Dada la reacción: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$, se pide calcular la variación de entalpía a partir de sus entalpías de formación.

4) Se pide calcular la cantidad de energía desprendida en la oxidación a 400°C de 60.2g de SO_2 para formar SO_3 según la siguiente reacción: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$ $\Delta H = -198.2kJ$
Cuando la reacción se realiza: a) a presión constante; b) a volumen constante.

5) A partir de las entalpías de formación, calcular la entalpía de la siguiente reacción:



6) Dada la siguiente ecuación termoquímica, se puede calcular: a) la entalpía de la reacción; b) la cantidad de energía liberada por 64g de metano; c) la cantidad de metano que sería necesaria para desprender 2000kJ de energía; d) que ocurre con la entalpía cuando se invierte la reacción dada; e) como varía la entalpía cuando se multiplica toda la reacción por un mismo número, de un ejemplo.

7) Cuánta energía se desprende de la degradación completa de una molécula de glucosa en presencia de oxígeno (respiración celular aeróbica).