

# TEMARIO PARA EL EXAMEN DE ADMISIÓN A LA MAESTRÍA DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CELULAR DEL CINVESTAV

## QUÍMICA GENERAL Y QUÍMICA ORGÁNICA

### 1. Unidades de medición del sistema métrico decimal.

Longitud, masa y peso (densidad, peso específico), temperatura y calor (caloría, joule). Cifras significativas. Forma exponencial de representación de cantidades muy grandes o pequeñas [REFERENCIA 1, Cap. 1, págs. 15-22; Problemas REFERENCIA 1, Cap. 1, págs. 33-35].

### 2. Propiedades de la materia.

Propiedades físicas y químicas, intrínsecas y extrínsecas. Energía cinética, potencial, 1ª ley de la Termodinámica, equivalente mecánico del calor, cambios exotérmicos y endotérmicos. Clases de materia, elementos compuestos y mezclas. Ley de la conservación de la materia, ley de la composición definida, ley de las proporciones múltiples. [REFERENCIA 1, Cap.1, págs. 22-30].

### 3. Estructura atómica: componentes de los átomos.

Electrones, protones, neutrones, núcleo. Evidencias de su existencia. Comportamiento periódico de los elementos. [Referencia 1, Cap. 2, págs. 37-47].

### 4. Estructura atómica: el modelo cuántico del átomo.

Espectros atómicos (emisión, absorción), el modelo atómico de Bohr. Explicación de los orígenes de la energía radiante. Números cuánticos n (principal), subniveles de energía s, p, d, f, m y s (spin). Orbitales (1s, 2s, 2p, 3s, 3p), energía, forma y distribución electrónica. Orden de ocupación de los orbitales. [REFERENCIA 1, Cap. 3, págs. 61-83].

### 5. Enlaces químicos.

Valencia. La regla del octeto. Enlaces iónicos, covalentes sigma y pi, enlaces covalentes polares, electronegatividad, orbitales híbridos en el H<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub> (sp<sup>3</sup>). Enlaces por puentes de hidrógeno. [REFERENCIA 1, Cap. 4, págs. 87-116, Cap. 8, pág. 215, 2 Cap. 1, págs. 20-27].

### 6. Soluciones.

Soluto, solvente, tipos de soluciones (diluidas, concentradas, saturadas y sobresaturadas). Solvatación. Factores que influyen en la solubilidad (temperatura, presión, concentración). Conceptos de mol, número de Avogadro, peso molecular y peso fórmula. Medidas de la concentración: porcentaje (peso/volumen y volumen/volumen), molaridad. Cálculo de soluciones. Principio de Le Chatelier. [REFERENCIA 1, Cap.5, págs. 126-127, Cap. 10, págs. 248-260]. Problemas. [REFERENCIA 1, Cap. 10, págs. 277-278, ejercicios 1-7 y 9-20].

## **7. Equilibrio químico.**

Ecuaciones químicas (naturaleza de los reactivos, temperatura, catalizadores y concentración), orden de una reacción. Reversibilidad. Disociación y asociación. Constantes de equilibrio (disociación y asociación). Influencia de la naturaleza de los reactivos, la concentración, la temperatura y los catalizadores sobre el equilibrio. Dirección de las reacciones químicas, el  $\Delta G$ , la entropía ( $\Delta S$ ) y la entalpía ( $\Delta H$ ). Reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas, endergónicas. Acoplamiento de reacciones. ATP y ciclo del ATP. Energía de activación. [REFERENCIA 1, Cap. 5, págs. 124-125, Cap. 12, págs. 307-335, 2, Cap. 1, págs. 27-28 y 31-38]. Problemas. [REFERENCIA 1, Cap. 5, págs. 335-, ejercicios 1-20, 25-26 y 29].

## **8. Equilibrio iónico.**

Iones, reacciones de ionización. Ácidos y bases débiles. Constantes de ionización. Electrolitos fuertes y débiles, no electrolitos. Soluciones de electrolitos. Conducción de corriente en las soluciones. Formación de iones. Dilución de soluciones de electrolitos débiles. Ácidos y bases de Bronsted-Lowry y Lewis. Neutralización. Reacciones ácido-Base. [1, Cap. 6, págs. 143-159, Cap. 13, págs. 342-365, 2, Cap. 1, págs. 27-28].

## **9. pH.**

Ionización del agua. Constante de ionización del agua. Producto iónico del agua. Expresión de las concentraciones de iones hidrógeno: pH. Escala de pH. Hidrólisis. Efecto del ión común. pKa. Ecuación de Henderson-Hasselbach. Amortiguadores. Indicadores. Producto de solubilidad. [REFERENCIA 1, Cap. 5, págs. 124-125, Cap. 10, págs. 305-314, Cap. 13, págs. 341-365. 2, Cap. 1, pág. 28-30]. Problemas [REFERENCIA 1, Cap. 13, pág. 366-367, ejercicios 16-31, y 34 y 38].

## **10. El agua, solvente principal de los sistemas biológicos**

Estructura de la molécula de agua. Estructura molecular del agua líquida y el hielo. Propiedades físicas. Importancia de las propiedades físicas del agua en los procesos biológicos. [REFERENCIA 1, Cap. 8, págs. 213-218. 2, Cap. 1, pág. 24].

## **11. Componentes químicos principales de la célula.**

Estructura de carbohidratos, Aminoácidos, lípidos y nucleótidos. [REFERENCIA 1, Cap. 28, págs. 769-795]

## **12. Estructura y propiedades de los grupos funcionales de compuestos orgánicos con su reactividad.**

a) Nomenclatura y Alcanos: Breve descripción de la nomenclatura de alcanos, alquenos y alquinos, benceno y compuestos aromáticos: haluros de alquilo, alcoholes, éteres y epóxidos. Aldehidos y cetonas. Ácidos carboxílicos y aminas. Alcanos, propiedades físicas. Reacciones

características, reacciones con radicales libres, halogenación. Importancia de la ruptura de haluros de alquilo en la destrucción de la capa de ozono de la estratósfera.

b) Estereoquímica: Proyecciones de Fisher y de Newman. Isómeros: enantiómeros diastereoisómeros y estereoisómeros. Diferencias en la actividad biológica entre algunos pares de enantiómeros. Descriptores D y L, R y S. Propiedades de estereoisómeros: quiralidad y actividad óptica. Resolución de mezclas racémicas.

c) Alquenos: Estructura del etileno, nomenclatura. Hibridación de orbitales y formación del enlace pi. Estructura de otros alquenos. Preparación. Isómeros cis-trans y Z. y E. Reacciones características de doble enlace, adición electrofílica y por radicales libres, orientación de la adición en función de la estabilidad del ión carbenio y del radical libre (adiciones markovnicov y antimarkovnicov).

d) Compuestos Aromáticos: Aromaticidad y estructura del benceno. Resonancia. Regla de Hückel. Sustitución electrofílica aromática. Nitración halogenación, sulfonación, alquilación y acilación de Friedel-Crafts.

### **13. Introducción a las biomoléculas. Estructura y propiedades químicas de algunas biomoléculas.**

a) Alcoholes: El metanol y el etanol como alcoholes típicos. Preparación: hidratación de alquenos, oximercuración-demercuración, hidroboración-oxidación. Propiedades físicas. Reacciones características: oxidación, reacciones con halogenuros de alquilo. Deshidratación de alcoholes.

b) Aldehídos y Cetonas: Estructura. Obtención. Diferencias estéricas entre aldehídos y cetonas. Equilibrio cetoenólico. Reacciones características: oxidación, adición de alcoholes (hemicetales y cetales), de reactivos de Grignard y de carbaniones.

c) Ácidos Carboxílicos y Derivados: Estructura. Comparación con los ésteres, anhídridos de ácido y las amidas. Preparación física. Propiedades químicas: acidez del grupo carboxi en función de la resonancia. Efecto inductivo y de resonancia. Ácidos grasos: saturados e insaturados; estructura; nomenclatura; propiedades generales. Nomenclatura de ácidos dicarboxílicos.

d) Aminas y Aminoácidos: Estructura y clasificación. Nomenclatura. Preparación. Propiedades físicas. Propiedades químicas: Aminas como bases. Formación de sales, conversión en amidas, reacción con ácido nitroso, sustitución en aminas aromáticas: basicidad del nitrógeno.

e) Proteínas y Enlace Peptídico: Estructura; nomenclatura; propiedades generales; estabilidad.

f) Carbohidratos: Glucosa, almidón, glucógeno y celulosa: estructura, propiedades generales; tipo de enlace.

g) Ácidos Nucleicos: Estructura; propiedades; RNA y DNA.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Keenan CW y Wood JH. (1979). Química general universitaria. Editorial CECSA.
2. Darnell, Lodish y Baltimore. (1990). Molecular cell biology.
3. Rosemberg, J. L. (1988) Química General, 6a ed. Mcgraw-Hill (Schaum).
4. Solomons, T. W. G. (1996) Organic Chemistry, 6th ed. John Wiley & Sons, New York, (también en español).
5. Morrison, R. T. y Boyd, R. N. (1983) Organic Chemistry, 4th ed. Allin and Racen Inc. Boston, Massachusetts (también en español por Addison Wesley Iberoamericana (1987) Boston, E.U.A.).
6. Fessenden, R. J. and Fessenden, J.S. (1982) Organic Chemistry, 2nd ed., Willard Grant Press, Boston Massachusetts (también en español).
7. Lehninger, A. L., Nelson, D. L. y Cox, M. M. (1993) Principles of Biochemistry, Worth Publishers, New York (también en español).

# **BIOQUÍMICA Y FISICOQUÍMICA.**

## **PARTE I. ESTRUCTURA BIOLÓGICA Y QUÍMICA DE LAS PROTEÍNAS**

### **1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA MATERIA VIVA**

1. La mayoría de los organismos están compuestos solamente de dieciséis elementos químicos. 2. Los enlaces no covalentes son importantes en la estructura biológica. 3. Los organismos están contruidos casi completamente de agua y de treinta pequeñas moléculas precursoras. 4. Las macromoléculas son polímeros de pequeñas moléculas precursoras. 5. El ensamblaje de macromoléculas produce estructuras mayores. 6. Las proteínas desempeñan una función central en los sistemas vivos.

### **2. AMINOÁCIDOS**

1. Los aminoácidos forman anfóteros. 2. Los aminoácidos se comportan como ácidos y como bases. 3. En las proteínas los aminoácidos están unidos por enlaces Peptídicos. 4. Las características de los aminoácidos determinan las propiedades de los polipéptidos. 5. Los aminoácidos pueden separarse por electroforesis y cromatografía en papel.

### **3. ESTRUCTURA PRIMARIA DE LOS POLIPÉPTIDOS**

1. Se emplea una estrategia común para el análisis de la mayoría de las secuencias de aminoácidos. 2. La reducción rompe los enlaces bisulfuros y la alquilación evita su nueva formación. 3. La composición de aminoácidos se determina después de una hidrólisis completa del polipéptido. 4. Se utilizan métodos químicos específicos o enzimáticos para identificar los aminoácidos terminales. 5. El rompimiento interno en residuos de aminoácidos específicos rompe un polipéptido en fragmentos únicos. 6. Los péptidos pequeños se secuencian completamente por la degradación de Edman. 7. Los péptidos superpuestos son necesarios para el ordenamiento de fragmentos grandes de pépticos. 8. Los enlaces bisulfuros.

### **4. CONFORMACIÓN PROTEICA**

1. La secuencia de aminoácidos de un polipéptido determina su conformación en solución. 2. Las interacciones no covalentes son las principales responsables de mantener las conformaciones proteicas. 3. Los polipéptidos en solución se enrollan de tal modo que minimizan la energía libre. 4. Las proteínas nativas en medio acuoso tienen la mayoría de las cadenas laterales no polares en el interior y la mayoría de las cadenas laterales polares en el exterior. 5. Muchas proteínas son estabilizadas por enlaces disulfuros intramoleculares. 6. Existen cuatro niveles de organización de las estructuras proteicas. 7. La hélice  $\alpha$ , la hoja  $\beta$  y la triple hélice del colágeno son los patrones estructurales repetitivos comunes en las proteínas. 8. Las estructuras tridimensionales de algunas proteínas han sido establecidas por difracción de rayos X.

### **5. ENSAMBLAJE SUPRAMOLECULAR Y ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA**

1. Ensamblajes de estructuras biológicas de acuerdo con algunos principios generales. 2. La biogénesis de membrana involucra ensamblaje de fosfolípidos y proteínas. 3. El mosaico fluido

es el modelo mas satisfactorio para la estructura de la membrana, 4. La mayoría de las proteínas se orientan asimétricamente en la membrana. 5. Las proteínas de transporte aumentan la permeabilidad de la membranas a solutos específicos. 6. Las células regulan la fluidez de la membrana controlando la composición de los ácidos grasos de sus lípidos. 7. Las membranas forman distintos compartimientos intracelulares. 8. La mayoría de las veces pueden fusionarse dos membranas.

## **6. PROTEÍNAS EN SOLUCIÓN Y MECANISMOS ENZIMÁTICOS**

1. Los grupos superficiales de las proteínas son los responsables de sus propiedades ácido-básicas y de su solubilidad. 2. Algunas técnicas comunes para la separación de proteínas depende de sus propiedades ácido-básicas y de solubilidad. 3. La catálisis enzimática y la especificidad depende de los grupos de superficie en el sitio activo de la enzima. 4. La mayoría de las enzimas funcionan por catálisis general ácido-básico o catálisis covalente.

## **7. CINÉTICA ENZIMÁTICA**

1. Las enzimas clásicas presentan propiedades catalíticas determinadas. 2. La ecuación de Michaelis-Menten describe cuantitativamente la cinética de muchas reacción catalizadas por enzimas. 3. Los inhibidores enzimáticos pueden ser competitivos o no competitivos con el sustrato. 4. Las enzimas reguladoras cambian sus propiedades catalíticas en respuesta a metabolitos específicos. 5. Un modelo de dos estados explica la cinética de las enzimas reguladoras.

## **PARTE II. BIOENERGÉTICA Y METABOLISMO**

### **8. BIOENERGÉTICA Y ESTRATEGIA DEL METABOLISMO**

1. Los organismos convierten las materias primas en materia viva a expensas de energía de su medio ambiente. 2. Las transformaciones energéticas biológicas obedecen las leyes de la termodinámica. 3. Los organismos obtienen la energía de las reacciones de oxidación-reducción. 4. El ATP es el transportador universal de la energía libre. 5. El NADH y el NADPH son los transportadores universales de hidrógenos y electrones.

### **9. PRINCIPIOS CATABÓLICOS Y DEGRADACIÓN DE CARBOHIDRATOS**

1. Todos los organismos emplean una estrategia común para el catabolismo. 2. La glucólisis es la vía central en la degradación inicial de los carbohidratos. 3. La glucogenólisis moviliza las reservas de glucosa para la producción de ATP. 4. Otras hexosas también se degradan por glucólisis. 5. La vía del fosfogluconato es la fuente principal del poder reductor de los quimiotrofos. 6. El ciclo de Krebs.

### **10. DEGRADACIÓN DE LÍPIDOS Y PROTEÍNAS**

1. Las coenzimas participan en la catálisis de muchas reacciones catabólicas. 2. Los ácidos grasos son degradados a acetilCoA por ciclos sucesivos de oxidación. 3. Los aminoácidos se degradan a

piruvato, acetil-CoA e intermediarios del ciclo de los ácidos tricarboxílicos (ATC). 4. El piruvato, el acetil-CoA y los intermediarios del ciclo del ATC se oxidan a CO<sub>2</sub> en el ciclo del ATP. 5. El propósito del ciclo del ATC tiene consecuencias nutricionales en los animales.

## **11. TRANSPORTE DE ELECTRONES Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA**

1. En la respiración, los electrones son transferidos desde las moléculas dadoras hasta un aceptor externo. 2. La fosforilación oxidativa del ADP a ATP se acopla al transporte de electrones. 3. Se han propuesto dos teorías para explicar la fosforilación oxidativa. 4. Tres clases de inhibidores bloquean la fosforilación oxidativa.

## **12. TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS**

1. El transporte de proteínas cataliza la difusión de solutos a través de membranas. 2. El transporte mediado puede ser pasivo, activo o acoplado. 3. El transporte activo requiere energía. 4. Todos los procesos de transporte activo son direccionales.

## **13 PRINCIPIOS BIOSINTÉTICOS Y SÍNTESIS DE CARBOHIDRATOS**

1. Todas las vías biosintéticas comparten características comunes. 2. La síntesis de carbohidratos en los quimiótrofos se parece a la glucólisis a la inversa. 3. La mayoría de los animales no pueden sintetizar los carbohidratos desde el acetil-CoA.

## **14. BIOSÍNTESIS DE LÍPIDOS, AMINOÁCIDOS Y NUCLEÓTIDOS**

1. Las grasas y los fosfolípidos son sintetizados a partir de acetil-CoA y glicerol. 2. Los aminoácidos son sintetizados de los intermediarios del metabolismo de los carbohidratos. 3. Los nucleótidos son sintetizados por dos vías principales. 4. Las limitaciones de la biosíntesis en los humanos tienen consecuencias nutricionales importantes.

## **PARTE III. ALMACENAMIENTO Y EXPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA**

### **15. ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS**

1. El ADN y el ARN son polímeros lineales de nucleótidos. 2. Las moléculas de ADN son casi siempre de doble hebra y las moléculas de ARN son casi siempre de una sola hebra. 3. Los ácidos nucleicos se desnaturalizan y se renaturalizan bajo condiciones apropiadas. 4. El ADN de doble hebra es fundamentalmente la molécula almacenadora de la información genética. 5. La información genética en el ADN se transcribe en tres clases de ARN. 6. Las estrategias en la secuencia de un ácido nucleico y de una proteína son análogas.

### **16. REPLICACIÓN DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS**

1. El ADN y el ARN son sintetizados de los nucleótidos-5'-trifosfatos. 2. La replicación del ADN de doble hélice es semiconservativa. 3. La síntesis de las hebras hijas del ADN en el punto de crecimiento es discontinua, 5. La replicación del ADN se explica mejor en las bacterias y en

virus. 5. La replicación del ADN cromosómico en los eucariontes es bidireccional. 6. La reparación de la replicación corrige los defectos en una hebra del ADN dúplex. 7. La replicación del ADN y del ARN de una sola hebra también compromete bandas complementarias. 8. La ARN polimerasa transcribe la información genética desde el ADN hasta el ARN.

## **17. SÍNTESIS DE PROTEÍNAS**

1. El flujo de la información en la síntesis de proteínas es desde el ADN al ARN a la proteína. 2. La ARN polimerasa cataliza la transcripción del ADN a ARN. 3. Las aminoacil-tARN sintetisas unen los aminoácidos a sus tARN análogos. 4. La traducción del mRNA tiene lugar en los ribosomas. 5. Las proteínas pueden ser modificadas después de la traducción.

## **18. EL CÓDIGO GENÉTICO**

1. Los ácidos nucleicos están relacionados con las proteínas por un código de tripletas universal. 2. La estructura del código reduce al mínimo los efectos de la mutación. 3. Cuatro codones desempeñan funciones especiales. 4. Las secuencias de nucleótidos de los codones se determinaron bioquímicamente. 5. Los cambios en aminoácidos por mutación son consistentes con el código. 6. La determinación de las secuencias correspondientes de nucleótidos y aminoácidos ha probado las asignaciones de los codones. 7. El apareamiento anticodón presenta «bamboleo». 8. Algunas mutaciones pueden ser suprimidas por alteraciones mutacionales en el tARN.

## **19. Bibliografía**

Biochemistry. Voet and Voet.

Biochemistry. Lehninger.



## BIOLOGÍA GENERAL

Es necesario que el estudiante maneje los *conceptos esenciales* de los temas siguientes:

### 1. Introducción a la célula.

- a) La célula vista al microscopio. La longitud de onda y la resolución del microscopio óptico y electrónico. Microscopía de fluorescencia y sus aplicaciones.
- b) Procariontes vs eucariontes.

### 2. Estructura de las membranas biológicas.

- a) Bicapas lipídicas, fosfolípidos, micelas, liposomas.
- b) Diferencias entre proteínas integrales y periféricas de membrana.
- c) El modelo de Singer.

### 3. El transporte a través de la membrana.

- a) Conceptos de acarreador, bombas y canales iónicos.

### 4. Compartimentos intracelulares.

- a) Núcleo y cubierta nuclear. Estructura de los ácidos nucleicos. Replicación y transcripción.
- b) Direccionamiento de proteínas desde su biosíntesis hacia su destino en el núcleo.
- c) La ruta secretora: transporte de proteínas desde el retículo endoplásmico rugoso hasta la membrana plasmática. Papel del Golgi.
- d) Endocitosis y liposomas.
- e) Estructura y función de la mitocondria.
- f) Concepto de citosol.

### 5. Citoesqueleto.

- a) Filamentos intermedios.
- b) Microtúbulos.
- c) Filamentos de actina.

### 6. Ciclo celular.

- a) Fases del ciclo celular.
- b) Mitosis y meiosis.

## BIBLIOGRAFÍA.

Alberts et al., 2005. Essential Cell Biology. Garland.

## **GENÉTICA Y EVOLUCIÓN**

- 1. Los genes como determinantes de las propiedades inherentes de las especies.**
- 2. Variación genética.**
- 3. Metodologías usadas en la genética.**
- 4. Los genes, el ambiente y los organismos.**
- 5. Experimentos de Mendel**
- 6. Primera y segunda leyes de Mendel**
- 7. Ligamiento y recombinación**
- 8. Cromosomas sexuales y herencia ligada al sexo**
- 9. Genética humana**
- 10. Teoría cromosómica de la herencia**
- 11. Interacción genética, epistasis, letalidad, carga genética.**
- 12. Genética de poblaciones: la Ley de Hardy-Weinberg.**
- 13. El origen de la vida.**
- 15. El ancestro común universal (LUCA o the “Last Universal Common Ancestor”).**
- 16. El árbol de los cinco reinos de Whittaker, el árbol de la vida y árboles filogenéticos.**
- 17. Selección natural.**

### **Bibliografía.**

Cualquier libro de genética.