

Guía de estudio

Examen Extraordinario

Fisicoquímica de Alimentos 1514



Esta guía es un material de apoyo para los alumnos de la Facultad de Química que presentan el Examen Extraordinario de Fisicoquímica de Alimentos (clave 1514). Este material no sustituye el contenido del curso ni el contenido la bibliografía recomendada. Los ejercicios que aquí se presentan muestran cómo se resuelven los casos más característicos de la asignatura, no implica que estos ejercicios estén incluidos en el examen.

Contenido

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE CINÉTICA QUÍMICA Y SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS.

1.1. Rapidez y orden de reacción, constante de rapidez, molecularidad, reacción elemental, mecanismo de reacción, etapa determinante de rapidez, tiempo de vida media y ley experimental de rapidez.

1.2. Modelos de evaluación de constantes: Métodos integral, diferencial y de la vida media. Reacción de oscurecimiento no enzimático (reacción de orden cero). Retención de tiamina como función de la temperatura de almacenamiento (reacción de primer orden). Otros ejemplos de cálculo

1.3. Influencia de la temperatura en la rapidez de reacción. Ecuación de Arrhenius. Cinética de deterioro de alimentos en la predicción y control de la vida de anaquel. Pérdida de calidad como función del tiempo.

1.4. Efecto de la temperatura de almacenamiento (Ecuación de Arrhenius). Q10 y su aplicación en alimentos. Uso de indicadores tiempo-temperatura como monitores de la vida de anaquel.

2. TENSIÓN SUPERFICIAL Y TENSIÓN INTERFACIAL

2.1. Definición e importancia.

2.2. Medición de la tensión superficial y la tensión interfacial.

2.3. Isotherma de adsorción de Gibbs.

2.4. Tensoactivos y valores de HLB. Detergencia.

2.5. Propiedades de disoluciones de tensoactivos. Formación de micelas. Concentración micelar crítica (CMC).

2.6. Extensión, adhesión y cohesión.

3. FENÓMENOS DE SUPERFICIE. ADSORCIÓN

- 3.1. Definición y tipos de adsorción.
- 3.2. Factores que afectan a la cantidad adsorbida.
- 3.3. Isotermas: Langmuir, Freundlich, BET, GAB.
- 3.4. Desorción. Fenómenos de histéresis. Importancia durante el secado de alimentos.
- 3.5. Determinación del área superficial específica del adsorbente.

4. COLOIDES

- 4.1. Definición y descripción de sistemas coloidales: forma, tamaño, afinidad con el medio de dispersión, flexibilidad, relación área/volumen.
- 4.2. Clasificación de sistemas coloidales.
- 4.3. Preparación de coloides. Métodos de dispersión.
- 4.4. Propiedades eléctricas. Teorías de la doble capa eléctrica. Fenómenos electrocinéticos y potencial Zeta.
- 4.5. Estabilidad de coloides. Coloides liófilos regla de Schulze-Hardy. Precipitación salina de coloides liófilos. Series liotrópica y liofóbica.
- 4.6. Estabilización electrostática y teoría DLVO. Estabilización estérica.
- 4.7. Coloides en alimentos

5. EMULSIONES

- 5.1. Definición y tipos de emulsiones.
- 5.2. Formación de emulsiones. Fuerzas de superficie involucradas en su formación.
- 5.3. Estabilidad de emulsiones. Métodos de caracterización de la habilidad emulsificante. Cremado, coalescencia, floculación.
- 5.4. Maduración de Ostwald.
- 5.5. Inversión de fases.
- 5.6. Emulsificantes alimentarios y sus propiedades químicas y físicas.
- 5.7. Ejemplos de emulsiones y sus características: Leche, helado, aderezos

6. FUNDAMENTOS DE TRANSPORTE

6.1. Difusión molecular. Ley de Fick. Difusión en membranas poliméricas. Permeabilidad e importancia en el empaque de alimentos. Cálculos de flujo másico considerando la permeabilidad.

6.2. Conductividad térmica: Ley de Fourier. Importancia en el procesamiento térmico de alimentos.

6.3. Transporte de momentum. Definición de viscosidad. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Determinación de viscosidad intrínseca (dispersiones concentradas). Ejemplos de agentes viscógenos usados en alimentos (gomas): Papel e importancia

CONCEPTOS BÁSICOS DE CINÉTICA QUÍMICA Y SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS

1.1. Rapidez y orden de reacción, constante de rapidez, molecularidad, reacción elemental, mecanismo de reacción, etapa determinante de rapidez, tiempo de vida media y ley experimental de rapidez

1. ¿Cuál es la diferencia entre el orden de una reacción y la molecularidad?
2. ¿Cómo se define una reacción elemental?
3. ¿Qué es la etapa determinante de rapidez en una reacción química, y por qué es importante para el mecanismo de la reacción?
4. ¿Cómo se calcula el tiempo de vida media para una reacción de primer orden, y qué información proporciona sobre la rapidez de la reacción?
5. ¿Cómo se determina la ley experimental de rapidez a partir de datos cinéticos y qué papel juega en la predicción del comportamiento de las reacciones químicas?
6. ¿Qué información proporciona la constante de rapidez?
7. ¿Qué es la ley experimental de rapidez?

1.2. Modelos de evaluación de constantes: Métodos integral, diferencial y de la vida media. Reacción de oscurecimiento no enzimático (reacción de orden cero). Retención de tiamina como función de la temperatura de almacenamiento (reacción de primer orden). Otros ejemplos de cálculo

8. ¿En qué consiste el método integral para determinar los diferentes órdenes de reacción?
9. ¿Cuál es la principal diferencia entre el método diferencial y el de la vida media?
10. ¿Cómo se modela la reacción de oscurecimiento no enzimático como una reacción de orden cero, y qué parámetros deben evaluarse?
11. ¿Cómo se utiliza la cinética de primer orden para predecir la retención de tiamina como función de la temperatura de almacenamiento?

1.3. Influencia de la temperatura en la rapidez de reacción. Ecuación de Arrhenius. Cinética de deterioro de alimentos en la predicción y control de la vida de anaquel. Pérdida de calidad como función del tiempo

12. ¿Cómo afecta la temperatura a la rapidez de una reacción química y qué factores intervienen en este proceso?
13. ¿Qué describe la ecuación de Arrhenius y cómo se utiliza para describir la dependencia de la rapidez de reacción con la temperatura?
14. ¿Cómo se aplica la cinética de deterioro de alimentos para predecir y controlar la vida de anaquel de productos alimenticios?
15. ¿Qué relación existe entre la energía de activación y la estabilidad de un alimento en función de la temperatura de almacenamiento?
16. ¿Qué significa un valor de energía de activación grande?

1.4. Efecto de la temperatura de almacenamiento (Ecuación de Arrhenius). Q10 y su aplicación en alimentos. Uso de indicadores tiempo-temperatura como monitores de la vida de anaquel

17. ¿Cómo se aplica la ecuación de Arrhenius para predecir el efecto de la temperatura de almacenamiento en la estabilidad de los alimentos?
18. ¿Qué es el valor Q_{10} y cómo se utiliza para evaluar la sensibilidad de una reacción al cambio de temperatura en sistemas alimentarios?
19. ¿Cómo influye la temperatura de almacenamiento en la reacción de deterioro de los alimentos y cómo se puede predecir este efecto a largo plazo?
20. ¿Cómo se interpreta un valor de $Q_{10} = 1.8$ para una reacción que ocurre a dos diferentes temperaturas?
21. ¿Para qué sirve un gráfico de Sensibilidad Térmica?
22. ¿Cómo se interpreta un valor $D_{121} = 4$ min?

TENSIÓN SUPERFICIAL Y TENSIÓN INTERFACIAL

2.1. Definición e importancia de la tensión superficial

23. ¿Qué es la tensión superficial?
24. ¿Cómo influye la tensión superficial en la formación y estabilidad de espumas y emulsiones en la industria alimentaria?
25. ¿Cómo afecta la tensión superficial la capacidad de un líquido para humedecer o esparcirse sobre una superficie sólida?
26. ¿En qué tipo de procesos la reducción de la tensión superficial es crucial para el desempeño del sistema?
27. ¿Cómo influye la tensión superficial en la formación de gotas y burbujas, y por qué es importante en procesos como la atomización y la formación de aerosoles?
28. ¿Qué efecto tiene la adición de tensoactivos en la tensión superficial de una solución?
29. ¿Qué relevancia tiene la tensión superficial en la fabricación y conservación de alimentos, como en emulsiones alimenticias o productos lácteos?
30. ¿Cómo influye la temperatura en la tensión superficial de los líquidos y qué aplicaciones tiene esta relación en procesos de la industria?

2.2. Medición de la tensión superficial

31. ¿Cuáles son los métodos más comunes para medir la tensión superficial, y en qué se basan estos métodos?
32. ¿Cómo se utiliza el método de la gota colgante para medir la tensión superficial, y qué tipo de información proporciona sobre la interfase líquido-gas?
33. ¿Qué principio físico subyace en el método del anillo de Du Noüy, y en qué casos es preferible este método para medir la tensión superficial?
34. ¿Qué diferencias existen entre los métodos de la placa Wilhelmy y el de la gota giratoria para medir la tensión superficial?
35. ¿Cómo pueden los factores como la temperatura, la concentración de solutos o la presencia de tensoactivos afectar los resultados en la medición de la tensión superficial?
36. ¿Qué ventajas y limitaciones presentan los métodos ópticos para medir la tensión superficial, como la técnica de la gota colgante?
37. ¿Por qué es importante controlar las condiciones ambientales durante la medición de la tensión superficial y la interfacial?

38. ¿Qué información sobre la estabilidad de emulsiones y suspensiones se puede inferir a partir de la medición de la tensión superficial?
39. ¿Cómo se pueden utilizar las mediciones de tensión superficial para optimizar formulaciones de productos como cosméticos, detergentes o medicamentos?
40. ¿Cómo se puede aplicar la medición de la tensión superficial en el diseño de recubrimientos hidrofóbicos o hidrofílicos?

2.3. Definición de tensoactivo. Concepto de Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB)

41. ¿Qué es un tensoactivo y cómo actúa en la reducción de la tensión superficial o interfacial de un sistema?
42. ¿Cuál es la diferencia entre un tensoactivo aniónico, catiónico y no iónico, y cómo afecta esta diferencia su uso en formulaciones para emulsiones?
43. ¿Qué representa el valor de HLB (Balance Hidrofílico-Lipofílico), y cómo se utiliza para seleccionar tensoactivos en la formulación de emulsiones?
44. ¿Cómo afecta el valor de HLB a la capacidad de un tensoactivo para formar emulsiones de tipo aceite en agua (O/W) o agua en aceite (W/O)?
45. ¿Qué relación existe entre la estructura molecular de un tensoactivo y su valor de HLB?
46. ¿Cómo influye el valor de HLB en la efectividad de un tensoactivo en productos como detergentes, cosméticos o alimentos procesados?
47. ¿Qué aplicaciones prácticas tienen los tensoactivos con bajo HLB en la formulación de productos farmacéuticos y cosméticos?
48. ¿Cómo se puede modificar el valor de HLB de un tensoactivo para ajustar su comportamiento en diferentes aplicaciones industriales?
49. ¿Qué papel juegan los tensoactivos en la estabilidad de las interfaces entre fases, como en la formación de microemulsiones o espumas?
50. ¿Cómo se puede calcular el valor de HLB de una mezcla de tensoactivos, y en qué situaciones se aplica este cálculo?

2.4. Isoterma de adsorción de Gibbs. Exceso de superficie

51. ¿Qué describe la isoterma de adsorción de Gibbs y cómo se relaciona con la adsorción de solutos en la interfase de una solución?
52. ¿Cómo se utiliza la ecuación de Gibbs para determinar la relación entre la concentración de tensoactivos y la reducción de la tensión superficial?
53. ¿Qué información proporciona el exceso de superficie en la interfase líquido-gas, y cómo afecta a la tensión superficial de una solución?

54. ¿Cómo se interpreta el concepto de exceso de superficie en el contexto de la adsorción de tensoactivos en la interfase?
55. ¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la isoterma de adsorción de Gibbs, y cómo se puede utilizar este conocimiento en la formulación de productos?
56. ¿Cómo influye la estructura molecular de los tensoactivos en su comportamiento de adsorción en la interfase?
57. ¿Qué importancia tiene el exceso de superficie en la estabilidad de emulsiones y espumas, y cómo puede ajustarse mediante la selección de tensoactivos?
58. ¿Cómo se relaciona la adsorción de tensoactivos en una interfase con la formación de micelas y la concentración micelar crítica (CMC)?
59. ¿Cómo influye la adsorción de tensoactivos en la interfase a la estabilidad de productos como detergentes, cosméticos y alimentos?
60. ¿Cómo puede utilizarse la isoterma de adsorción de Gibbs para optimizar el uso de tensoactivos en procesos que requieren la reducción de la tensión superficial?

2.5. Propiedades de disoluciones de tensoactivos. Formación de micelas. Concentración micelar crítica (CMC)

61. ¿Qué es la concentración micelar crítica (CMC) y cómo se relaciona con la formación de micelas en soluciones de tensoactivos?
62. ¿Cómo afecta la estructura molecular de los tensoactivos, como la longitud de la cadena hidrocarbonada, a la CMC y la formación de micelas?
63. ¿Qué papel juegan las micelas en la solubilización de sustancias insolubles en agua, y qué aplicaciones prácticas tiene este fenómeno?
64. ¿Cómo cambia la tensión superficial de una solución al aumentar la concentración de tensoactivos hasta alcanzar la CMC?
65. ¿Cómo influyen factores como la temperatura, la fuerza iónica y el pH en la CMC de un tensoactivo?
66. ¿Qué diferencias existen entre micelas formadas por tensoactivos iónicos y no iónicos, y cómo afectan estas diferencias a sus propiedades en solución?
67. ¿Cómo se pueden utilizar los tensoactivos y la formación de micelas en la liberación controlada de fármacos o en la encapsulación de ingredientes activos?
68. ¿Cómo se puede determinar experimentalmente la CMC de un tensoactivo y qué información proporciona sobre el comportamiento del sistema?

69. ¿Qué aplicaciones tiene el uso de tensoactivos en la industria alimentaria, farmacéutica y de detergentes, aprovechando la formación de micelas?
70. ¿Qué importancia tiene la CMC en la formulación de productos como detergentes, cosméticos o medicamentos, y cómo afecta su eficacia?

FENÓMENOS DE SUPERFICIE. ADSORCIÓN

3.1. Definición y tipos de adsorción

71. ¿Qué es la adsorción y cómo se diferencia de la absorción en términos de mecanismos de interacción?
72. ¿Cuál es la diferencia entre la adsorción física (fisisorción) y la adsorción química (quimisorción), y en qué tipo de sistemas es más común cada una?
73. ¿Qué tipo de fuerzas intermoleculares están involucradas en la fisisorción y cómo afectan la cantidad adsorbida?
74. ¿En qué situaciones es más favorable la quimisorción en lugar de la fisisorción en sistemas alimentarios o industriales?
75. ¿Cómo se aplican los conceptos de adsorción en la industria alimentaria, por ejemplo, en el caso de empaques o en procesos de conservación?

3.2. Factores que afectan a la cantidad adsorbida

76. ¿Cómo influye la temperatura en la cantidad de adsorción en los procesos de fisisorción y quimisorción?
77. ¿Qué efecto tiene la presión parcial o concentración del adsorbato en la adsorción de gases o líquidos sobre una superficie sólida?
78. ¿De qué manera el tamaño de poro y la naturaleza química del adsorbente afectan la capacidad de adsorción?
79. ¿Cómo influye el pH de la solución en la adsorción de solutos en adsorbentes como carbón activado o zeolitas?
80. ¿Qué papel juegan las interacciones adsorbente-adsorbato en la efectividad de los procesos de adsorción, por ejemplo, en la remoción de contaminantes de alimentos o en la desodorización?

3.3. Isotermas: Langmuir, Freundlich, BET, GAB

81. ¿Qué describe la isoterma de Langmuir y bajo qué condiciones es aplicable a procesos de adsorción en una superficie homogénea?
82. ¿Cómo se diferencia la isoterma de Freundlich de la de Langmuir en términos de la capacidad de adsorción en superficies heterogéneas?
83. ¿Qué parámetros clave se obtienen de la isoterma BET y cómo se relaciona con la determinación de áreas superficiales específicas en sólidos porosos?
84. ¿Cómo se aplica la isoterma GAB (Guggenheim-Anderson-de Boer) en la predicción de la sorción de humedad en alimentos durante el almacenamiento?
85. ¿Qué tipo de materiales o procesos son mejor modelados por cada una de estas isotermas, y cuál es su importancia en la tecnología de alimentos?

3.4. Desorción. Fenómenos de histéresis. Importancia durante el secado de alimentos

86. ¿Qué es la desorción y cómo difiere de la adsorción en términos de dinámica y energía involucrada?
87. ¿Qué es el fenómeno de histéresis en la adsorción-desorción, y por qué es importante en la caracterización de materiales porosos?
88. ¿Cómo influye la histéresis en el secado de alimentos, y qué implicaciones tiene en la reabsorción de humedad durante el almacenamiento?
89. ¿Qué factores pueden causar histéresis en procesos de adsorción-desorción en productos alimenticios, y cómo puede minimizarse este efecto?
90. ¿Cómo afecta la presencia de histéresis en la curva de sorción de humedad en productos deshidratados como cereales o frutos secos?

3.5. Determinación del área superficial específica del adsorbente

91. ¿Qué métodos se utilizan para determinar el área superficial específica de un adsorbente, y en qué consiste el método BET?
92. ¿Cómo se relaciona el área superficial específica con la capacidad de adsorción de un material poroso?
93. ¿Por qué es importante conocer el área superficial específica de los adsorbentes en la industria alimentaria, por ejemplo, en el diseño de empaques o adsorbentes de humedad?
94. ¿Cómo puede afectar la distribución de tamaños de poro a la capacidad de un adsorbente para adsorber diferentes moléculas?
95. ¿Qué relación existe entre el área superficial específica y la eficiencia de procesos como la deodorización o la purificación de gases en alimentos?

COLOIDES

4.1. Definición y descripción de sistemas coloidales: forma, tamaño, afinidad con el medio de dispersión, flexibilidad, relación área/volumen

96. ¿Qué es un sistema coloidal y cuáles son sus principales características en términos de tamaño de partícula y afinidad con el medio de dispersión?
97. ¿Cómo influye la relación área/volumen de las partículas coloidales en sus propiedades y comportamiento en el medio?
98. ¿Qué papel juegan la forma y flexibilidad de las partículas coloidales en su estabilidad y funcionalidad en alimentos?
99. ¿Cómo afecta el tamaño de las partículas coloidales a las propiedades ópticas y mecánicas de los sistemas coloidales?
100. ¿Cuál es la importancia de la afinidad de las partículas con el medio de dispersión en la estabilidad de los coloides?

4.2. Clasificación de sistemas coloidales

101. ¿Cómo se clasifican los sistemas coloidales según el estado de la fase dispersa y el medio de dispersión (por ejemplo, aerosoles, emulsiones, espumas)?
102. ¿Cuál es la diferencia entre un coloide liófilo y un coloide liófilo, y cómo afecta esto a su estabilidad?
103. ¿Qué características diferencian a una emulsión de un sol y un gel en términos de su estructura y propiedades?
104. ¿Cómo se clasifica un sistema coloidal en alimentos como la mantequilla o la mayonesa, y cuál es el tipo de dispersión involucrado?
105. ¿Qué relación existe entre la afinidad de las partículas coloidales con el solvente y la clasificación de los coloides?

4.3. Preparación de coloides. Métodos de dispersión

106. ¿Cuáles son los métodos más comunes para la preparación de coloides, y cómo funcionan los métodos de dispersión mecánica y química?
107. ¿Qué ventajas y desventajas presentan los métodos de condensación frente a los de dispersión en la preparación de coloides?
108. ¿Cómo se preparan las emulsiones en alimentos y qué papel juegan los emulsionantes en este proceso?
109. ¿En qué consiste el proceso de ultrasonido en la dispersión de partículas coloidales, y en qué situaciones es útil?
110. ¿Qué factores se deben controlar durante la preparación de coloides para asegurar su estabilidad y prevenir la coagulación?

4.4. Propiedades eléctricas. Teorías de la doble capa eléctrica. Fenómenos electrocinéticos y potencial Zeta

111. ¿Qué es la doble capa eléctrica y cómo influye en la estabilidad de un sistema coloidal?
112. ¿Cómo se define el potencial zeta, y qué información proporciona sobre la estabilidad de las partículas coloidales?
113. ¿Qué son los fenómenos electrocinéticos, y cómo se relacionan con el movimiento de las partículas coloidales en un campo eléctrico?
114. ¿Cómo puede el potencial zeta predecir la coagulación o floculación de un coloide?
115. ¿Qué factores afectan la estructura de la doble capa eléctrica, y cómo influye esto en la repulsión o atracción entre partículas coloidales?

4.5. Estabilidad de coloides. Coloides liófilos regla de Schulze-Hardy. Precipitación salina de coloides liófilos. Series liotrópica y liofóbica

116. ¿Cómo describe la regla de Schulze-Hardy la relación entre la carga iónica y la estabilidad de coloides liófilos?
117. ¿Qué mecanismos explican la precipitación salina de coloides liófilos, y cómo se utilizan en la industria alimentaria?
118. ¿Qué es la serie liotrópica y cómo influye en la estabilidad de coloides en presencia de diferentes sales?
119. ¿Qué diferencias existen entre la estabilidad de los coloides liófilos y liófilos, y cómo puede influir esto en la formulación de productos alimentarios?
120. ¿Cómo afecta la concentración de electrolitos a la estabilidad de los coloides liófilos, según la regla de Schulze-Hardy?

4.6. Estabilización electrostática y teoría DLVO. Estabilización estérica

121. ¿Cómo se explica la teoría DLVO en relación con la estabilización y desestabilización de coloides?
122. ¿Qué es la estabilización electrostática, y cómo funciona en sistemas coloidales para evitar la coagulación?
123. ¿En qué consiste la estabilización estérica, y cómo se utiliza en la formulación de alimentos para mantener la estabilidad de coloides?
124. ¿Cómo interactúan las fuerzas de atracción de Van der Waals y las fuerzas de repulsión electrostática según la teoría DLVO?
125. ¿En qué situaciones es más eficaz la estabilización estérica frente a la electrostática en productos alimentarios?

4.7. Coloides en alimentos

126. ¿Cuáles son ejemplos comunes de coloides en alimentos, y qué tipo de dispersión presentan (emulsiones, espumas, geles)?

127. ¿Cómo influyen los coloides en las propiedades sensoriales (textura, apariencia) de alimentos como salsas, mayonesa o helados?
128. ¿Qué papel juegan los coloides en la estabilización de emulsiones alimenticias, como en cremas o productos lácteos?
129. ¿Cómo se emplean los coloides para mejorar la estabilidad y vida útil de los productos alimentarios durante el almacenamiento?
130. ¿Qué factores afectan la estabilidad coloidal en sistemas alimentarios, y cómo se pueden controlar para prevenir la separación de fases?

EMULSIONES

5.1. Definición y tipos de emulsiones

131. ¿Cómo se define una emulsión y cuáles son sus principales componentes?
132. ¿Cuál es la diferencia entre una emulsión de tipo O/W (aceite en agua) y una emulsión de tipo W/O (agua en aceite)?

133. ¿Qué características deben tener las fases dispersa y continua para formar una emulsión estable?
134. ¿Cómo influyen el tamaño de las gotas y la dispersión en la apariencia de una emulsión?
135. ¿Qué ejemplos de emulsiones se encuentran comúnmente en alimentos procesados?
136. ¿Cómo afectan las proporciones de fases continua y dispersa a la clasificación de una emulsión?
137. ¿Qué es una microemulsión, y en qué se diferencia de una emulsión tradicional?

5.2. Formación de emulsiones. Fuerzas de superficie involucradas en su formación

138. ¿Qué fuerzas de superficie intervienen en la formación de una emulsión, y cómo influyen en la estabilidad del sistema?
139. ¿Cómo se utiliza la tensión interfacial en el proceso de formación de emulsiones?
140. ¿Qué rol juegan los tensoactivos o emulsionantes en la creación de una emulsión?
141. ¿Qué factores pueden dificultar la formación de una emulsión durante el procesamiento de alimentos?
142. ¿Cómo afecta el método de homogeneización a la formación de emulsiones en productos como la leche?
143. ¿Qué impacto tiene el tamaño de las gotas en la estabilidad y la textura de una emulsión?
144. ¿Cómo se utilizan fuerzas mecánicas, como la agitación o el ultrasonido, para favorecer la formación de emulsiones?
145. ¿Qué propiedades químicas deben tener los ingredientes de una emulsión para reducir la tensión interfacial?
146. ¿Qué efectos tienen los temperatura y el pH en la formación y estabilidad de emulsiones alimentarias?
147. ¿Cómo se puede mejorar la estabilidad de una emulsión durante su formación en un proceso industrial?

5.3. Estabilidad de emulsiones. Métodos de caracterización de la habilidad emulsificante. Cremado, coalescencia, floculación

148. ¿Qué es el cremado en una emulsión, y cómo afecta la estabilidad del sistema?
149. ¿Cuál es la diferencia entre floculación y coalescencia, y qué impacto tienen en la estabilidad de una emulsión?

150. ¿Cómo se puede prevenir la coalescencia en una emulsión para mantener su estabilidad a largo plazo?
151. ¿Qué técnicas analíticas se utilizan para evaluar la estabilidad de una emulsión, como la dispersión de luz o la microscopia óptica?
152. ¿Qué factores afectan la velocidad de cremado en una emulsión, y cómo se pueden ajustar en la formulación?
153. ¿Cómo influye la viscosidad de la fase continua en la estabilidad de una emulsión?
154. ¿Qué estrategias se utilizan para evitar la floculación en productos alimentarios como los aderezos?
155. ¿Qué es la sedimentación en una emulsión, y cómo se puede controlar en sistemas alimentarios?
156. ¿Cómo afectan las condiciones de almacenamiento (temperatura, tiempo) a la estabilidad de las emulsiones alimentarias?

5.4. Maduración de Ostwald

157. ¿Qué es la maduración de Ostwald y cómo afecta la distribución del tamaño de las gotas en una emulsión a lo largo del tiempo?
158. ¿Qué factores aceleran la maduración de Ostwald en una emulsión?
159. ¿Cómo afecta la solubilidad de la fase dispersa en la fase continua al proceso de maduración de Ostwald?
160. ¿Qué relación existe entre la maduración de Ostwald y la estabilidad de una emulsión en el tiempo?
161. ¿Qué estrategias se pueden emplear para retrasar o prevenir la maduración de Ostwald en emulsiones alimentarias?
162. ¿Cómo afecta el tamaño inicial de las gotas al proceso de maduración de Ostwald en una emulsión?
163. ¿Cómo influye la tensión interfacial en la velocidad de la maduración de Ostwald?
164. ¿Qué papel juegan los emulsionantes en la ralentización de la maduración de Ostwald?
165. ¿Qué impacto tiene la temperatura de almacenamiento en el proceso de maduración de Ostwald?
166. ¿Cómo se puede medir el cambio en la distribución de tamaños de gota debido a la maduración de Ostwald?

5.5. Inversión de fases

167. ¿Qué es la inversión de fases en una emulsión, y bajo qué condiciones ocurre?

168. ¿Cómo afecta la relación entre fases a la inversión de fases en una emulsión O/W o W/O?
169. ¿Qué papel juegan los emulsionantes en la inversión de fases de una emulsión?
170. ¿Qué cambios estructurales ocurren en una emulsión durante el proceso de inversión de fases?
171. ¿Cómo puede la temperatura inducir una inversión de fases en una emulsión?
172. ¿Qué consecuencias tiene la inversión de fases sobre la estabilidad y las propiedades sensoriales de una emulsión alimentaria?
173. ¿Cómo se puede evitar la inversión de fases en la formulación de productos como aderezos o salsas?
174. ¿Qué técnicas de caracterización se utilizan para detectar una inversión de fases en emulsiones?
175. ¿Cómo influye la concentración de emulsionante en el riesgo de inversión de fases?
176. ¿Qué cambios en la reología de la emulsión ocurren tras la inversión de fases, y cómo afectan a las propiedades del producto final?

5.6. Emulsificantes alimentarios y sus propiedades químicas y físicas

177. ¿Qué es un emulsificante alimentario, y cómo actúa a nivel molecular para estabilizar una emulsión?
178. ¿Cómo se selecciona un emulsificante adecuado para una emulsión O/W o W/O en la industria alimentaria?
179. ¿Cuáles son las propiedades físicoquímicas más importantes de un emulsificante y cómo afectan la estabilidad de la emulsión?
180. ¿Qué rol juegan los fosfolípidos en la estabilización de emulsiones alimenticias como la leche y los productos lácteos?
181. ¿Cómo afectan las condiciones de procesamiento (temperatura, pH) a la efectividad de los emulsificantes?
182. ¿Qué emulsificantes son más eficaces en la producción de helados y por qué?
183. ¿Cómo se puede medir la capacidad emulsificante de un ingrediente alimentario?
184. ¿Qué problemas podrían surgir al utilizar emulsificantes en productos con diferentes pH o contenido graso?
185. ¿Cómo afectan los emulsificantes a la textura y las propiedades sensoriales de las emulsiones en productos alimentarios?

5.7. Ejemplos de emulsiones y sus características: Leche, helado, aderezos

186. ¿Cómo se comporta la leche como una emulsión natural y cuáles son los principales componentes que la estabilizan?
187. ¿Qué papel juegan las emulsiones en la producción de helado, y cómo influyen en su textura y estabilidad?
188. ¿Cómo se logra la estabilidad en aderezos como la mayonesa, qué emulsificantes se utilizan comúnmente?
189. ¿Cómo influye el tamaño de las gotas de grasa en la textura y sensación en boca de productos lácteos como el helado?
190. ¿Cómo se evitan la coalescencia y el cremado en la leche y productos lácteos como la crema batida?
191. ¿Qué impacto tienen las condiciones de almacenamiento y congelación en las emulsiones utilizadas en helados?
192. ¿Cómo se pueden modificar las características de una emulsión en un aderezo para mejorar su estabilidad o consistencia?

FUNDAMENTOS DE TRANSPORTE

6.1. Difusión molecular. Ley de Fick. Difusión en membranas poliméricas. Permeabilidad e importancia en el empaque de alimentos. Cálculos de flujo másico considerando la permeabilidad

193. ¿Qué describe la Ley de Fick de la difusión molecular, y cómo se aplica en sistemas de alimentos?
194. ¿Cómo se define la permeabilidad de una membrana, y por qué es importante en el diseño de empaques alimentarios?
195. ¿Cómo se calcula el flujo másico de un compuesto a través de una membrana polimérica utilizando los coeficientes de permeabilidad?
196. ¿Qué factores afectan la difusión de gases como oxígeno y dióxido de carbono en empaques alimentarios, y cómo puede optimizarse la selección de materiales?
197. ¿Cuál es la importancia de la difusión en membranas poliméricas en la conservación de alimentos, y cómo influye en la vida útil de productos perecederos?
198. ¿Cómo se relaciona la difusión molecular con el proceso de deshidratación o congelación de alimentos?
199. ¿Qué papel juega la permeabilidad de los empaques en la retención de aromas y control de la atmósfera en productos frescos?
200. ¿Cómo se realiza el cálculo de permeabilidad para determinar el tiempo de conservación de un alimento en función de la difusión de un gas específico?

6.2. Conductividad térmica: Ley de Fourier. Importancia en el procesamiento térmico de alimentos

201. ¿Qué describe la Ley de Fourier de la conducción de calor, y cómo se aplica al procesamiento térmico de alimentos?
202. ¿Qué factores afectan la conductividad térmica en los alimentos, y cómo varía entre diferentes tipos de productos (sólidos, líquidos, pastas)?
203. ¿Cómo influye la conductividad térmica de un alimento en su proceso de cocción, enfriamiento o congelación?
204. ¿Cómo se mide la conductividad térmica de un alimento, y qué importancia tiene en el diseño de equipos de procesamiento térmico?
205. ¿Qué relación existe entre la conductividad térmica y la transferencia de calor en productos con alto contenido de agua?
206. ¿Cómo afecta la textura y la composición de un alimento su conductividad térmica durante procesos como el horneado o el tratamiento UHT (ultrapasteurización)?
207. ¿Qué importancia tiene la conductividad térmica en la preservación de alimentos mediante técnicas como la congelación rápida o el procesamiento de microondas?

208. ¿Cómo se aplica el concepto de conductividad térmica en la optimización de los tiempos de cocción y la conservación de nutrientes en alimentos procesados?

6.3. Transporte de momentum. Definición de viscosidad. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Determinación de viscosidad intrínseca (dispersiones concentradas). Ejemplos de agentes viscógenos usados en alimentos (gomas): Papel e importancia

209. ¿Qué es la viscosidad?
210. ¿Cómo se aplica la ecuación de Hagen-Poiseuille en el cálculo del flujo de líquidos a través de tuberías en la industria alimentaria?
211. ¿Qué factores afectan la viscosidad de una suspensión alimentaria, y cómo se mide la viscosidad intrínseca en dispersiones concentradas?
212. ¿Cómo influyen los agentes viscógenos como las gomas en la viscosidad de alimentos, y qué papel juegan en la estabilidad de productos como salsas o cremas?
213. ¿Qué relación existe entre la viscosidad y la textura sensorial de alimentos líquidos o semisólidos, como sopas o yogures?
214. ¿Cómo afecta la composición y concentración de polímeros naturales (como goma guar o goma xantana) a las propiedades reológicas de los alimentos?
215. ¿Qué importancia tiene la viscosidad en el diseño de procesos de producción de alimentos líquidos, como bebidas o lácteos, en términos de transporte y mezcla?

Ejercicios Resueltos

1

Para la reacción



Las velocidades iniciales de la reacción se midieron a diferentes concentraciones iniciales de reactivos.

Rapidez inicial · 10 ⁻⁷	[H ₃ AsO ₄] (M)	[I ⁻] (M)	[H ⁺] (M)
2.8	0.01	0.2	0.1
5.6	0.01	0.4	0.1
5.6	0.02	0.2	0.1
2.8	0.02	0.4	0.05
3.7	0.08	0.1	0.3
1.9	0.04	0.1	0.3

Expresar la ley experimental de velocidad y determinar el orden global de la reacción.

Solución

1-2

$$\frac{2.8 \times 10^{-7}}{5.6 \times 10^{-7}} = \frac{k(0.1)(0.2)^\beta(0.1)}{k(0.1)(0.4)^\beta(0.1)}$$

$$0.5 = \left(\frac{0.2}{0.4}\right)^\beta; 0.5 = (0.5)^\beta$$

$$\log(0.5) = \log(0.5)$$

$$\frac{-0.3}{-0.3} = \beta = 1$$

3-4

$$\frac{5.6 \times 10^{-7}}{2.8 \times 10^{-7}} = \frac{k(0.02)(0.2)^\beta(0.1)^\gamma}{k(0.02)(0.4)^\beta(0.05)^\gamma}$$

$$2 = (0.5)(2)^\gamma; \frac{2}{0.5} = (2)^\gamma$$

$$\log(4) = \gamma \log(2); \frac{0.602}{0.3} = \gamma = 2$$

5-6

$$\frac{3.7 \times 10^{-7}}{1.9 \times 10^{-7}} = \frac{k(0.08)^\alpha(0.1)(0.3)}{k(0.4)^\alpha(0.1)(0.3)}$$

$$1.947 = \left(\frac{0.08}{0.4}\right)^\alpha;$$

$$\log(1.947) = \alpha \log(0.2)$$

$$\frac{0.28}{0.3} = \alpha = 0.93$$

- 2** La degradación de ácido ascórbico en papa dulce con un A_w de 0.11, presenta una constante de rapidez de 0.0015 h^{-1} a 25°C . Si el Q_{10} para esta reacción es 1.8, calcule la cantidad de ácido ascórbico residual en papa dulce deshidratada almacenada a una temperatura de 30°C después de 3 meses si la concentración inicial de ácido ascórbico es de $33 \text{ mg}/100\text{g}$.

Solución

$$\begin{aligned}
 k_1 &= 0.0015 \text{ h}^{-1} & k_2 &= k_1 Q_{10}^{(T_2 - T_1)/10} & k_2 &= 0.00851 \text{ h}^{-1} = 6.121 \text{ meses}^{-1} \\
 T_1 &= 298 \text{ K} & k_2 &= (0.0015 \frac{1}{\text{h}})(1.8)^{(303 - 298 \text{ K})/10} & A &= A_0 e^{-k_2 t} \\
 Q_{10} &= 1.8 & k_2 &= (0.0015)(1.8)^{0.5} & A &= (0.33 \text{ mg/g}) e^{-(6.121 \text{ meses}^{-1})(3 \text{ meses})} \\
 T_2 &= 303 \text{ K} & k_2 &= (0.0015)(5.7) & A &= 3.5 \times 10^{-9} \text{ mg/g} \\
 t &= 3 \text{ meses} & k_2 &= 0.0085 \text{ h}^{-1} & & \\
 A_0 &= 0.33 \text{ mg/g} & & & &
 \end{aligned}$$

- 3** Se observa que una muestra de crema que se conserva a 25°C se pone agria 40 veces más rápido que cuando se mantiene a 4°C . Estime la energía de activación.

Solución

$$\begin{aligned}
 \ln k_1 - \ln A_0 + \frac{Ea}{RT_1} &= \ln 40k_1 - \ln A_0 + \frac{Ea}{RT_2} \\
 \ln k_1 - \ln 40k_1 + \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) &= 0 \\
 Ea &= \left[\frac{-\ln 40}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)} \right] R \\
 Ea &= \left[\frac{-3.68}{\left(\frac{1}{277.15} - \frac{1}{298.15} \right)} \right] (8.314 \text{ J/Kmol}) = -120.679 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

- 4** Para determinar la tensión superficial del aceite de oliva se empleó el método del ascenso capilar. La tensión superficial tuvo un valor de $33 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$. La altura del ascenso en un tubo capilar de 0.05 mm de radio fue de 0.1 m . Si la densidad del aceite es de 800 kg/m^3 . Calcule el ángulo de contacto.

Solución

$$\gamma = 33 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$h = 0.05 \text{ mm} \quad h = \frac{2\gamma \cos \theta}{r g \rho}; \cos \theta = \frac{r g \rho h}{2\gamma}$$

$$r = 0.1 \text{ m}$$

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3 \quad \cos \theta = \frac{(0.1 \text{ m})(9.81 \text{ m/s}^2)(800 \text{ kg/m}^3)(5 \times 10^{-5} \text{ m})}{2(33 \times 10^{-3} \text{ N/m})}$$

$$\theta = \arccos(0.5945) = 53^\circ$$

- 5** Un alimento con una actividad de agua de 0.3 se coloca en una atmósfera que está a 15°C y posee una humedad relativa de 50% . La masa del alimento se incrementa hasta que después de cierto tiempo permanece constante. En ese momento se determina que su incremento de humedad fue de $0.1 \text{ kg agua/kg alimento}$. Determine el A_w del alimento en esas condiciones.

Solución

Alequilibrio:

$$\%HR = a_w * 100; a_w = \frac{HR}{100} \quad a_w = \frac{50}{100} = 0.5$$

$$T = 15^\circ \text{C}$$

$$HR = 50\%$$

$$\text{Humedad} = 0.1 \text{ kg agua / kg alimento}$$

6

Se prepara una solución agregando 1 g de manitol (PM=182.2 g/mol) en 100 g de agua a 20°C. Asumiendo que el agua y el manitol forman una solución ideal y que la presión de vapor del agua pura es 17.54 mmHg a 20°C. Calcule el A_w para esta solución.

Solución

$$P_{H_2O} = X_{H_2O} \cdot P^{\circ}_{H_2O}; a_w = \frac{P_{H_2O}}{P^{\circ}_{H_2O}}; a_w = \frac{17.552}{17.54} = 1.000$$

$$5.488 \times 10^{-3} \text{ mol}_{\text{manitol}}$$

$$5.556 \text{ mol}_{H_2O}$$

$$n_{\text{totales}} = 6.5611 \text{ mol}$$

$$X_{H_2O} = 0.990$$

$$X_{\text{manitol}} = 9.869 \times 10^{-4}$$

$$P_{H_2O} = 17.5225 \text{ mmHg}$$

7

Se prepara una emulsión de aceite en agua con 2% de aceite y 0.1% de SDS como tensoactivo. La fuerza iónica del medio es de 5 mM y el pH 7. El diámetro promedio de las gotas de aceite es de 4 micrómetros, la constante de Hamaker es de $5 \times 10^{-21} \text{ J}$ y el potencial eléctrico es -40 mV. ¿cuál es la energía total de interacción para 1 y 100 nm? ¿Qué significan los valores obtenidos?

Solución

$$\psi_0 = -40 \text{ mV} \quad V_{vdw} = -\frac{Aa}{12H} \quad V_R = 4.5 \times 10^{-29} a \psi_0^2 \ln(1 + e^{-\kappa H})$$

$$I = 5 \text{ mM} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\frac{1}{\kappa} \approx \frac{0.3}{I^{0.5}} \quad V_{vdw} = \frac{(5 \times 10^{-21} \text{ J})(2000 \text{ nm})}{12(1 \text{ nm})} = -8.33 \times 10^{-19} \text{ J}; V_{vdw} = -8.33 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$a = 2 \mu\text{m} = 2000 \text{ nm}$$

$$A = 5 \times 10^{-21} \text{ J} \quad V_R = 4.5 \times 10^{-29} (2 \times 10^{-6}) (-40 \times 10^{-3})^2 (1 + e^{-0.235H})$$

$$H = 1 \text{ nm}$$

$$H = 100 \text{ nm} \quad V_{R_{100}} = 0 \text{ J}; V_f = -8.33 \times 10^{-21} \text{ J}$$

$$V_{R_1} = 8.38 \times 10^{-18} \text{ J}; V_f = 7.55 \times 10^{-18} \text{ J}$$

- 8** Por una tubería horizontal de 5.08 cm de diámetro interno fluye néctar de manzana a razón de 100 L/min. La viscosidad de la leche es de $2.12 \text{ mPa} \cdot \text{s}$. La presión en la tubería es de 68.6 Pa. Calcule la longitud de la tubería.
- a) Si la tubería se reduce a 3.81 cm de diámetro y se mantiene el mismo caudal y la longitud calculada previamente, ¿cuál será la nueva presión?

Solución

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta L}; L = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta Q} \quad L = \frac{(3.1416)(0.0254 \text{ m})^4 (68.6 \text{ Pa})}{8(2.12 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s})(1.66 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s})} = 3.17 \text{ m}$$

$$r = 2.54 \text{ cm}$$

$$\eta = 2.12 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$Q = 1.66 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\Delta p = \frac{8(3.17 \text{ m})(2.12 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s})(1.66 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s})}{3.1416(0.0190 \text{ m})^4} = 216.62 \text{ Pa}$$

- 9** Un proveedor de hamburguesas congeladas está pensando envasarlas en película de polipropileno con un espesor de 0.1 mm. La permeabilidad del polipropileno al oxígeno es de $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm} / \text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{atm}$. La presión parcial del oxígeno es 0 atm dentro del empaque mientras que en el exterior la presión parcial es de 0.21 atm. Calcule qué cantidad de oxígeno pasa a través de la película de polipropileno, de 600 cm^2 de área superficial, en una semana.

Solución

$$L = 0.1 \text{ mm} = 0.01 \text{ cm}$$

$$P = 1 \times 10^{-3} \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{cm}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{atm}}$$

$$p_{\text{ext}} = 0.21 \text{ atm}$$

$$p_{\text{int}} = 0 \text{ atm}$$

$$A = 600 \text{ cm}^2$$

$$P = J \frac{L}{\Delta p}; J = \frac{P \Delta p}{L}$$

$$J = \frac{1 \times 10^{-3} \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{cm}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{atm}} (0.21 \text{ atm})}{0.01 \text{ cm}} = 0.21 \frac{\text{cm}^3}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$$

$$J = \frac{M}{A}; M = (0.21 \frac{\text{cm}^3}{\text{s} \cdot \text{cm}^2})(600 \text{ cm}^2) = 126 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$126 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \left(\frac{60480 \text{ s}}{1 \text{ semana}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ m}^3}{100 \text{ cm}^3} \right) = 76204.8 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

Bibliografía Básica:

1. Adamson, A.W. & Gast, A.P. (1997). Physical Chemistry of Surfaces, 6th edition. John Wiley & Sons, Inc., USA. ISBN: 0-471-14873-3
2. Atkins, P.W. & De Paula, J. (2014). Physical Chemistry, Vol. 1: Thermodynamics and Kinetics, 10th edition. W.H. Freeman & Company. ISBN: 1-4641-2451-5
3. Levine, I. N. (1995). Fisicoquímica, 2 vols., 4ª edición. Isabel Capella, España. ISBN: 84-481-0618-0
4. Silbey, R.J., Alberty, R.A. & Bawendi, M.G. (2004). Physical Chemistry, 4th edition. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-471-21504-2
5. Walstra, P. (2003). Physical Chemistry of Foods. Marcel Dekker. ISBN: 0-8247-9355-2

Bibliografía Complementaria:

1. Coupland, J.N. (2014). An introduction to the Physical Chemistry of Food. Springer. ISSN 2214-7799 (electronic)
2. Dickinson, E. (1992). An Introduction to Food Colloids. Oxford University Press, England. ISBN: 0198552246, ISBN: 978-109855-2246
3. Figura, L., Teixeira, A.A. (2007) Food Physics. Physical Properties - Measurement and applications. Springer. ISBN 978-3-540-34194-9
4. Friberg, S. E., Larsson, K. & Sjoblom, J. (2004). Food Emulsions, 4th edition. Marcel Dekker. ISBN: 0-8247-4696-1
5. Man, C. M. D. & Jones A. A. (1994). Shelf Life Evaluation of Foods. 1st edition. Springer Science+Business Media B.V. UK. ISBN: 978-1-4613-5871-8, ISBN: 978-1-4615-2095-5 (eBook)
6. Rao, M.A. & Rizvi, S. S. H. (1995) Engineering Properties of Foods., Marcel Dekker. ISBN: 9781466556430 (eBook)
7. Valentas, K. J., Rotstein, E. & Singh, P.R. (1997). Handbook of Food Engineering, CRC Press, USA. ISBN: 0-8493-8694-2

Recursos multimedia

<https://www.bidi.unam.mx/>

<https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=116>