

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

ESPECTROSCOPIA MOLECULAR

§ 1. Moléculas diatómicas. Constantes moleculares de las moléculas diatómicas, espectros moleculares	7
§ 2. Moléculas poliatómicas. Constantes moleculares de las moléculas poliatómicas. Espectros moleculares	22
§ 3. Apricación de la espectroscopía molecular para el cálculo de las magnitudes termodinámicas. Fundamentos de la termodinámica estadística	29
§ 4. Instrumentos especales y régimen de trabajo con ellos	35
Trabajo 1. Determinación de la distancia interatómica y de la frecuencia de la banda fundamental de absorción de HCl a partir del espectro de absorción de vibración-rotación	74
Trabajo 2. Determinación de las propiedades termodinámicas del cloruro de hidrógeno mediante el espectro de absorción de vibración-rotación	75
Trabajo 3. Estudio del espectro de vibración-rotación del metano	75
Trabajo 4. Determinación de las propiedades termodinámicas del metano mediante el espectro de absorción de vibración-rotación	77
Trabajo 5. Determinación de ramificación de la cadena de parafinas por los espectros de absorción infrarrojos	77
Trabajo 6. Determinación del tipo de sustitución en dos derivados aromáticos mediante el espectro de absorción de vibración	78
Trabajo 7. Determinación de la estructura del ion XO_4^{n-} en sales por el espectro de absorción de vibración	79
Trabajo 8. Estudio de los espectros electrónicos de emisión	80
Trabajo 9. Determinación de la frecuencia propia de vibración, del coeficiente de anarmonicidad y de la energía del enlace químico de CN	82
Trabajo 10. Determinación de la frecuencia de vibración, del coeficiente de anarmonicidad y de la energía del enlace químico de CN en el estado excitado	83
Trabajo 11. Determinación de la distancia interatómica de C—N según el espectro electrónico de emisión	84
Trabajo 12. Determinación de las propiedades termodinámicas de CN en razón del espectro electrónico de emisión	84
Trabajo 13. Estudio del espectro electrónico de absorción de las moléculas diatómicas de I_2	84
Trabajo 14. Estudio de los espectros electrónicos de absorción de las moléculas poliatómicas en la región ultravioleta del espectro	85
Trabajo 15. Estudio de la reacción de formación de un complejo según los espectros electrónicos de absorción en la zona visible del espectro	87
Trabajo 16. Estudio de la influencia de la capa hidratada sobre la capa electrónica de un ion con ayuda de los espectros electrónicos de absorción	87

Trabajo 17. Determinación de las constantes de disociación de los ácidos orgánicos débiles según los espectros elestrónicos de absorción	89
Trabajo 18. Determinación de la velocidad de descomposición del anión complejo del oxalato de manganeso según los espectros electrónicos de absorción	93
Trabajo 19. Determinación de las frecuencias de la vibración en las moléculas poliatómicas según el espectro Raman	95
Trabajo 20. Estudio de los espectros Raman de las moléculas que poseen estructura tetraédrica	96
Trabajo 21. Determinación según los espectros Raman de las funciones termodinámicas de las sustancias cuyas moléculas poseen la simetría tetraédrica regular en el estado gaseoso ideal	97

CAPÍTULO II POLARIZACIÓN MOLECULAR

§ 1. Polarización y polarizabilidad de las moléculas	98
§ 2. Refracción molecular	100
§ 3. Momento dipolar de la molécula	102
§ 4. Descripción de la estructura de los refractómetros y del interferómetro y régimen de su trabajo	103
Trabajo 1. Estudio del índice de refracción del líquido en función de la temperatura y de la longitud de onda luminosa	116
Trabajo 2. Determinación de la concentración de una sustancia disuelta a partir del índice de refracción	116
Trabajo 3. Determinación de la refracción molar de una sustancia y el establecimiento de su estructura	117
Trabajo 4. Estudio del carácter de la refracción molar de la sustancia	117
Trabajo 5. Determinación de la refracción molar de la sustancia disuelta según la refracción específica	117
Trabajo 6. Análisis interferométrico de la solución para determinar el contenido de impurezas	118
Trabajo 7. Análisis interferométrico de la mezcla gaseosa	118
Trabajo 8. Determinación del momento dipolar de las moléculas de una sustancia	118

CAPÍTULO III ESTADO LIQUIDO DE LA SUSTANCIA

§ 1. Tensión superficial. Paracor	119
§ 2. Densidad del líquido	120
Trabajo 1. Determinación de la tensión superficial del líquido	121
Trabajo 2. Estudio de la tensión superficial del líquido en función de la temperatura	122
Trabajo 3. Estudio de la termodinámica de los fenómenos superficiales	123
Trabajo 4. Determinación del paracor y establecimiento de la estructura de las moléculas de la sustancia a investigar	123
Trabajo 5. Determinación de la densidad del líquido	124
Trabajo 6. Estudio de la variación de la densidad del líquido con la temperatura	124

CAPÍTULO IV MEDICIONES TERMOQUÍMICAS

Trabajo 1. Determinación del calor de disolución integral específico de la sal (método 1)	132
Trabajo 2. Determinación del calor de disolución integral específico de una sal (método 2)	134

Trabajo 3.	Determinación del calor de disolución integral de una sal durante la formación de solución saturada	136
Trabajo 4.	Determinación del calor de formación de la solución sólida de dos componentes sólidos	137
Trabajo 5.	Determinación del calor de formación del hidrato a partir de la sal y el agua	139
Trabajo 6.	Determinación del contenido de agua de cristalización en los hidratos	140
Trabajo 7.	Determinación del calor de neutralización	141
Trabajo 8.	Determinación del calor de la reacción de oxidación	142
Trabajo 9.	Determinación de la capacidad calorífica eficaz de la sustancia en el estado líquido	144
Trabajo 10.	Determinación de la capacidad calorífica media de las sustancias sólidas y líquidas por el método de las mezclas	145
Trabajo 11.	Determinación de la capacidad calorífica media de las sustancias sólidas por el método de las mezclas	147
Trabajo 12.	Determinación de la capacidad calorífica verdadera del líquido por el método del calorífero	148
Trabajo 13.	Determinación del calor de fusión de la sustancia cristalina	149
Trabajo 14.	Construcción del diagrama de fusión del sistema que se cristaliza de modo no isomorfo	151
Trabajo 15.	Determinación de los calores de combustión de las sustancias orgánicas	153
Trabajo 16.	Valoración termométrica	158

CAPÍTULO V EQUILIBRIO HETEROGÉNEO

Presión del vapor saturado en función de la temperatura	168
Trabajo 1. Determinación de la presión del vapor saturado de líquidos individuales por el método estático	174
Trabajo 2. Determinación de la presión del vapor saturado de los líquidos individuales por el método dinámico	177
Trabajo 3. Determinación de la presión del vapor saturado de líquidos individuales a partir de los puntos de ebullición	179
Trabajo 4. Micrométodos de determinación de los puntos de ebullición	183

CAPÍTULO VI INVESTIGACIÓN DE LAS SOLUCIONES DILUIDAS

Soluciones diluidas. Ley de Raoult	186
Trabajo 1. Método ebulloscópico de determinación del peso molecular de las sustancias	191
Trabajo 2. Determinación del peso molecular por el método crioscópico	193
Trabajo 3. Determinación del punto de ebullición de la sustancia pura y de la solución por el método de Sivolóbov	198
Trabajo 4. Determinación del peso molecular de la sustancia por el método de Rast	200

CAPÍTULO VII SOLUCIONES DE LÍQUIDOS EN LÍQUIDOS

Líquidos miscibles ilimitadamente	205
Trabajo. Estudio del equilibrio líquido — vapor en los sistemas líquidos binarios	213

CAPÍTULO VIII SISTEMAS DE SOLUBILIDAD LIMITADA EN ESTADO LÍQUIDO

§ 1. Sistemas bicomponentes de solubilidad parcial en estado líquido y de solubilidad completa en estado sólido (sistema fenol — agua)	217
§ 2. Sistemas de tres componentes	221
§ 3. Ley de distribución. Coeficiente de distribución	223
Trabajo 1. Estudio de la solubilidad mutua de líquidos	226
Trabajo 2. Estudio de la solubilidad mutua en el sistema de tres componentes	230
Trabajo 3. Determinación del coeficiente de distribución	232
Trabajo 4. Determinación del coeficiente de distribución de yodo entre los disolventes orgánicos e inorgánicos	235
Trabajo 5. Estudio del equilibrio químico en las soluciones con ayuda del método de distribución	238

CAPÍTULO IX CRISTALIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES

§ 1. Mezclas no isomorfas con eutécticos simples	242
§ 2. Mezclas no isomorfas que forman un compuesto químico estable	246
§ 3. Mezclas no isomorfas que forman un compuesto químico inestable	247
§ 4. Mezclas isomorfas. Sistemas con solubilidad limitada en el estado sólido	249
Trabajo 1. Estudio de la cristalización de soluciones a altas temperaturas	254
Trabajo 2. Construcción del diagrama de fusión $\text{KNO}_3\text{—NaNO}_3$	255
Trabajo 3. Construcción del diagrama de fusión del sistema $\text{KNO}_3\text{—NaNO}_3$	257
Trabajo 4. Estudio de la cristalización de sustancia a partir de las soluciones a bajas temperaturas	260
Trabajo 5. Estudio de la cristalización de las sustancias de las soluciones	261

CAPÍTULO X EQUILIBRIO QUÍMICO

Equilibrio químico en sistemas homogéneos y heterogéneos	264
Trabajo 1. Determinación del equilibrio químico en sistemas homogéneos (fase líquida)	272
Trabajo 2. Estudio del equilibrio de la reacción homogénea en solución	276
Trabajo 3. Determinación del equilibrio químico en sistemas homogéneos (fase gaseosa)	279
Trabajo 4. Determinación del equilibrio químico en sistemas heterogéneos (investigación de los carbonatos)	282
Trabajo 5. Investigación del equilibrio químico en los hidratos salinos	285

CAPÍTULO XI EQUILIBRIO EN SOLUCIONES DE ELECTRÓLITOS

Conductividad eléctrica	289
Trabajo 1. Medición de la conductividad eléctrica de la solución de electrólito y cálculo de la constante de disociación	298
Trabajo 2. Influencia de la temperatura sobre la conductividad eléctrica y la viscosidad de las soluciones de electrólitos en agua y en disolventes no acuosos	304
Trabajo 3. Determinación de la solubilidad de los compuestos poco solubles	308

CAPÍTULO XII**FUERZAS ELECTROMOTRICES**

§ 1. Pilas galvánicas	312
§ 2. Potenciales de electrodo	317
§ 3. Termodinámica de la pila galvánica	328
Trabajo 1. Medición de la f. e. m. de la pila Jacobi — Daniell	329
Trabajo 2. Medición de la f. e. m. de las pilas de oxidación-reducción	332
Trabajo 3. Determinación del potencial estándar del electrodo férrico-ferrífero	336
Trabajo 4. Determinación del coeficiente de actividad de las soluciones de ácido clorhídrico por el método de la medición de la f. e. m.	337
Trabajo 5. Determinación de la capacidad tampón con el método de valoración potenciométrica	342
Trabajo 6. Determinación del pH de formación de los hidróxidos de metales	344
Trabajo 7. Determinación de las funciones termodinámicas de la reacción que se efectúa en la pila de oxidación-reducción	346
Trabajo 8. Determinación de las funciones termodinámicas de la reacción de oxidación-reducción por el método de valoración potenciométrica	349

CAPÍTULO XIII**CINÉTICA DE LAS REACCIONES EN LAS SOLUCIONES**

§ 1. Velocidad de la reacción química. Clasificación cinética	353
§ 2. Variación de la velocidad de las reacciones irreversibles en función de las concentraciones de sustancias reaccionantes	361
§ 3. Dependencia de la velocidad de reacción de la temperatura	372
§ 4. Efecto del catalizador sobre la velocidad de reacción	379
§ 5. Particularidades de la cinética de reacciones en las soluciones	382
§ 6. Reacciones en cadena	385
Trabajo 1. Estudio de la velocidad de inversión de la sacarosa	391
Trabajo 2. Estudio de la velocidad de mutarrotación de la glucosa	398
Trabajo 3. Estudio de la velocidad de reacción de la yodinación de la acetona	401
Trabajo 4. Estudio de la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno por el método gasométrico	404
Trabajo 5. Estudio de la velocidad de hidratación del anhídrido acético por el método de conductividad eléctrica	407
Trabajo 6. Estudio de la velocidad de reacción de descomposición de la urea en soluciones acuosas por el método de conductividad eléctrica	411
Trabajo 7. Estudio de la cinética de la hidratación de los iones complejos de Co^{3+} (hidrólisis ácida) por el método colorimétrico	414
Trabajo 8. Estudio de la cinética de la reacción de hidratación del anhídrido acético por el método colorimétrico	428
Trabajo 9. Estudio de la cinética de la oxidación de la tiourea y tioacetamida por el ferricianuro potásico en solución alcalina	316
Trabajo 10. Estudio de la velocidad de reacción de sulfonación de la urea	443
Trabajo 11. Descomposición fotoquímica de H_2O_2	439

CAPÍTULO XIV**CINÉTICA DE LOS PROCESOS HETEROGENEOS**

§ 1. Particularidades fundamentales del catálisis heterogéneo	443
§ 2. Método de adsorción para determinar la superficie del catalizador	447
§ 3. Cinética de las reacciones electroquímicas	449
Trabajo 1. Craqueo térmico de la acetona	452

Trabajo 2. Deshidratación catalítica del alcohol etílico	457
Trabajo 3. Descomposición catalítica del alcohol metílico	461
Trabajo 4. Determinación del área de la superficie de cuerpo sólido por el método de adsorción	462
Trabajo 5. Estudio de la cinética de las reacciones electroquímicas por el método termocinético	465
Trabajo 6. Estudio de la variación de la velocidad de electrólisis en función de la composición del sistema de oxidación-reducción por el método de curvas de polarización	467

CAPÍTULO XV**CINÉTICA DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIONES DE FASES**

§ 1. Cinética del proceso de evaporación	472
§ 2. Cinética de los procesos de disolución	476
§ 3. Cinética de las reacciones en que participan fases sólidas	479
Trabajo 1. Medición del coeficiente de difusión de los vapores de líquido en el aire por el método de arrastre	482
Trabajo 2. Medición del coeficiente de difusión de los vapores de un líquido en el aire por el método de adsorción	488
Trabajo 3. Estudio de la cinética de disolución de las sustancias poco solubles	489
Trabajo 4. Investigación cinética de la descomposición térmica del permanaganato de potasio	492

CAPÍTULO XVI**ERRORES DE MEDICIÓN Y ELABORACIÓN DE DATOS EXPERIMENTALES**

§ 1. Origen de los errores de medición	495
§ 2. Error absoluto y error relativo	497
§ 3. Cálculo de errores	500
§ 4. Anotación de los resultados de las mediciones	501
§ 5. Fórmulas empíricas	502
Trabajo 1. Determinación de los errores absoluto y relativo de la medición de la densidad óptica de solución	506
Trabajo 2. Cálculo de los errores absoluto y relativo en la determinación del peso molecular	507
Trabajo 3. Deducción de la ecuación empírica	507

CAPÍTULO XVII**TRABAJO CON LA LITERATURA BIBLIOGRÁFICA Y DE INFORMACIÓN**

Orden de presentación de los trabajos de laboratorio	511
--	-----