

## INDICE

<b>1. El Átomo</b>	<b>1</b>
1. Reacciones nucleares	1
2. Pérdida de masa en física nuclear y en química	2
3. Energía de enlace nuclear	3
4. Energía de fusión nuclear	4
5. Radiactividad. Fijación del $^{90}\text{Sr}$ en los huesos	6
6. Radiactividad. Formación de radón	6
7. Características ondulatorias de la materia	7
8. Isótopos y masa atómica	7
9. Cálculo del número de Avogadro a partir de una estructura cristalina	8
10. Configuración electrónicas	8
11. Clasificación periódica de los elementos	10
12. Carga nuclear efectiva	10
13. Energía de ionización de flúor	12
14. Energía de ionización y entalpía de ionización	12
15. Energía de extracción de un electrón	13
16. Radios iónicos	13
17. Polarización. Poder polarizante	14
18. Compuestos isoelectrónicos	15
19. Igualación de electro negatividades	17
20. Igualación de electronegatividades	17
21. Longitud de los enlaces interatómicos	18
22. Interacciones de Van der Waals	19
<b>2. El Hidrógeno</b>	<b>21</b>
1. El átomo hidrógeno. La serie de Balmer	21
2. Teoría cinética de los gases	22
3. Velocidad de escape de un planeta. Caso de $\text{H}_2$	24
4. Entalpía de formación de $\text{H}(\text{g})$	24
5. Composición de la mezcla de $\text{H}_2$ , $\text{HD}$ , $\text{D}_2$	25
6. Compuestos deuterados	25
7. Asociación por puentes de hidrógeno	26
8. Frecuencia de vibración para $\text{HCl}$ y $\text{DCl}$	27
9. Transformación de hidrogeno orto en hidrógeno para	28
10. Energía de enlace de la molécula $\text{H}_2$	28
11. Disociación de la molécula de hidrógeno que contienen dos átomos	29
12. Un hidruro cristalino, el $\text{LiH}$	29
<b>3. Oxígeno, Ozono y Gases Nobles</b>	<b>33</b>
1. Diagramas de los orbitales moleculares para los elementos del segundo periodo	33
2. Moléculas marcadas	33
3. Solubilidad de la molécula de oxígeno en el agua	34
4. Mezclas de moléculas de oxígeno que contienen dos y tres átomos (oxígeno y ozonos)	34
5. Estados de oxidación	35
6. Estados de oxidación. Cómo obtener los coeficientes de una reacción	36
7. Calor de combustión de los compuestos orgánicos	37
8. Temperatura de flama	37

9. Óxidos ácidos y básicos	38
10. Estructura del $Sb_2O_3$	39
11. Energía cohesiva de Coulomb	40
12. Energía de Born	41
13. Constante (Factores) de Madelung	42
14. Energía y entalpía reticulares	43
15. Ciclo de Born – Haber	44
16. Ecuación de Kapustinskii. Radios termo químicos	44
17. No estequiometría	45
18. No estequiometría del NiO	46
19. Fallas puntuales	46
20. Gases nobles. Estructuras	47
21. Gases nobles. Regla de Trouton	48
22. Composición de la atmósfera a grandes alturas	48
<b>4. El Agua y el período de Hidrógeno</b>	51
1. Agua pesada	51
2. Autoionización del $D_2O$	52
3. Energía de los puentes de hidrógeno en el hielo	53
4. Equilibrio entre el hielo y el agua a presión	53
5. Congelación del agua sobreenfriada	54
6. Entalpía de vaporización del agua	55
7. Evaporización de agua en una piscina	56
8. Constante de ionización	56
9. Entalpía de ionización del agua	57
10. Determinación conductimétrica del producto iónico del agua	57
11. Disociación térmica del agua. Constantes de acción de masa	58
12. Disociación térmica del agua. Coeficiente de disociación	60
13. Momentos bipolares	61
14. Hidratación de iones	62
15. Entalpía absolutas y relativas de hidratación de los iones	63
16. Entalpía absoluta de hidratación del protón	65
17. Dureza del agua. Grado hidrotimétrico	66
18. Dureza de agua. Determinación con edta	67
19. Disminución del contenido de plomo en un agua	67
20. Fluorización de un agua potable	68
21. Intercambio de iones	69
22. Energías de enlace en el peróxido de hidrógeno	69
<b>5. Acidez y Basicidad. Ácidos y Bases</b>	71
1. Expresión de la concentración como cantidad de materia. Molalidad y fracciones molares	71
2. Determinación de una constante de acidez por crioscopia	72
3. Dimerización del ácido etanoico (acético) en el benceno	73
4. El pH y concentración de iones oxonio	73
5. pH de bases en solución. Diagramas de Flood	74
6. Titulación de un monoácido débil con una base fuerte	75
7. Soluciones que contienen un ácido y su base conjugada	77
8. pH de sales y sustancias anfotéricas	77
9. pH de soluciones acuosas	78

10. pH de soluciones de ácido sulfúrico	79
11. Coeficiente de ionización en una dilución fuerte	79
12. Disociación y formación de complejos. Solución acuosa de fluoruro de hidrógeno	80
13. Valoración de una mezcla de HCO <sub>2</sub> H y NH <sub>4</sub> Cl	81
14. Valoración por el método de Gran	82
15. Diagramas de concentración logarítmica	83
16. Disociación de un diácido	86
17. Constantes de equilibrio de un diácido	88
18. Fuerza iónica de una disolución	89
19. Fuerza iónica y coeficiente de actividad	90
20. Determinación de la constante de acidez termodinámica del ácido etanoico (acético)	91
21. Cálculo de una constante de acidez a partir del valor termodinámico	92
22. Constantes de ionización y potencial de electrodo	93
23. Cálculo de una constante de acidez	94
24. Reacciones muy rápidas. Estudio por relajación	95
25. Velocidad de las reacciones del equilibrio $H_{+ac} + OH^- \rightleftharpoons H_2O$	96
26. Estudio de la glicina	97
27. Titulación termométrica	98
28. Disolventes comparables	100
29. Ácidos de Lewis e hidratación	101
30. Solubilidad en amoníaco líquido	101
31. Predicción de la fuerza de oxiácidos minerales	101
32. Clasificación de ácidos y bases	102
<b>6. Óxido – Reducción. Oxidantes y Reductores</b>	103
1. Número de Electrones y cantidad de materia	103
2. Reacciones de dismutación	104
3. Potencial en el punto de equivalencia en las titularidades redox	104
4. El peróxido de hidrógeno como oxidante y un como reductor	106
5. Valoración del peróxido de hidrógeno	107
6. Reacciones redox y constantes de equilibrio	108
7. Reacciones redox y constantes de equilibrios	108
8. Valores termodinámicos asociados con las celdas electroquímicas	110
9. Cálculo de potenciales redox	111
10. Cálculo de la f.e.m de celdas galvánicas	112
11. Pila de concentración	113
12. Funciones termodinámicas de la reacción de una celda	114
13. Quinona, hidroquinona ,y quinhidrona	115
14. Celda electrolítica. Leyes de Faraday	117
15. Cálculo de las fundones termodinámicas de disociación iónica del agua	117
16. Cinética de una reacción de óxido – reducción	119
17. Determinación del índice de coordinación y de la constante de estabilidad de un complejo	121
18. Pilas de combustibles	122
19. Preparación del uranio	123
20. Diagramas de Frost de algunos actínidos	124
21. Diagrama E, pH (Diagrama de Pourbaix) del sistema de quinona e	126

hidroquinona	
22. Cinética de las reacciones de electrodo. Relación de Butler – Volmer	127
<b>7. Los Halógenos</b>	131
1. Disociación de la molécula de cloro	131
2. Síntesis de cloruro de hidrógeno	133
3. Temperatura de ebullición y frecuencias de vibración de los halogenuros de hidrógeno	134
4. Estructuras del tipo de cloruro de cesio	135
5. Transformación de un óxido en fluoruro	136
6. Determinación de la naturaleza de un yoduro	137
7. Estudio de $I_{2(ac)}$ , $I_{(ac)}$ , $I_{3(ac)}$ . Diagrama E contra pH para el yodo	137
8. Equilibrio entre el ion triyoduro, el ion diyoduro y el ion yoduro	140
9. Extracción de diyodo. Aplicación al equilibrio $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$	141
10. Producto de solubilidad y solubilidad del cloruro de plata	142
11. Efecto del ion común	143
12. Influencia de la fuerza iónica en la solubilidad de una sal poco soluble	144
13. Precipitación y redisolución del cloruro de plata	145
14. Disolución de halogenuros de plata por formación de complejos	148
15. Oxidación del ion yoduro por el ion hipoclorito	150
16. Valoración de iones bromuro	152
17. Valoración de un agua de Javel	154
18. Principio del procedimiento Deacon	155
<b>8. El Azufre</b>	157
1. Las moléculas de $O_2$ y $S_8$	157
2. Determinación termoquímica de la energía del enlace covalente $E(S-S)$	158
3. Determinación crioscópica de la masa molar del azufre	158
4. Diagrama del azufre	159
5. Números de oxidación del azufre	160
6. Síntesis de $N_4S_4$	161
7. Investigación de los grupos de simetría de algunos compuestos del azufre	162
8. Disociación del sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Atomicidad del azufre gaseoso a temperaturas altas	163
9. Síntesis del sulfuro de hidrogeno. Entalpía de reacción	164
10. Precipitación de sulfuros metálicos	164
11. Entalpía de reacción en la conversión del dióxido de azufre en trióxido de azufre	166
12. Tasa de conversión de dióxido de azufre en el procedimiento de contacto	167
13. Reacción del diyodo con el ion tiosulfato	169
14. Mecanismo de la descomposición de $H_2SO_5$	169
15. Valoración de un óleum (ácido sulfúrico fumante)	170
16. Soluciones acuosas de ácido sulfúrico	171
17. Fabricación de sulfato disódico	172
18. Combustión de una piritita	173
19. Ajuste de una mezcla ácida	174
<b>9. Nitrógeno, Fósforo</b>	177

1. Las moléculas N <sub>2</sub> y P <sub>4</sub>	177
2. Energía de enlace media E(NH) y energía de disociación del NH <sub>3</sub>	177
3. Cálculo de la energía de enlace E(N=N)	178
4. Estados de oxidación del nitrógeno. Diagrama de Frost	179
5. Grupos de simetría de algunos derivados nitrogenados	181
6. Resonancia magnética nuclear del fósforo. Estructura del P <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	183
7. Adsorción del dinitrógeno en carbón	183
8. Inversión de la molécula de amoníaco	184
9. Presión parcial del amoníaco sobre una solución de amoníaco	185
10. Reacciones en amoníaco líquido	185
11. Afinidad protónica del amoníaco	186
12. Síntesis del amoníaco	187
13. Descomposición catalítica del amoníaco	191
14. Amoniacatos	193
15. Síntesis del óxido de nitrógeno	195
16. Equilibrio entre el dióxido de nitrógeno y el tetróxido de dinitrógeno	196
17. Descomposición del pentóxido de dinitrógeno	198
18. Cinética de descomposición del pentóxido de dinitrógeno. Reacciones de primer orden	199
19. Investigación de un compuesto nitrogenado	200
20. Análisis del contenido de nitrógeno de un acero	201
21. Disociación del pentacloruro de fósforo	202
22. Mezcla de iones ortofosfato	204
23. Estructura de los ácidos fosfónico y fosfónico	205
24. Fórmulas de fertilizantes	205
<b>10. Carbono, Silicio</b>	207
1. Estructuras del diamante, del grafito y del silicio	207
2. Transformaciones de grafico – diamante	208
3. Utilización del <sup>14</sup> C para determinar antigüedad de piezas arqueológicas	210
4. El compuesto intermedio KC <sub>8</sub>	211
5. Frecuencia en el infrarrojo de los grupos C=O y C=N	211
6. Determinación de la masa molar de SiF <sub>4</sub> (g)	212
7. Entalpía de combustión del monóxido de carbono	213
8. Temperatura máxima teórica de la flama de combustión del monóxido de carbono	213
9. Temperatura de flama con disociación parcial del producto formado	215
10. Conversión del monóxido de carbono	216
11. Disociación del cloruro de carbonilo	217
12. Soluciones acuosas de dióxido de carbono y de carbonatos ácido de amonio	221
13. Estabilidad del carbono ácido de amonio	221
14. Valoración del contenido de carbón en un acero	221
15. Transformación del carbono ácido de sodio en carbonato disódico	222
16. Análisis de un cemento	223
17. Estudio de un vidrio	224
<b>11. Boro. Aluminio</b>	227
1. Coordinación de los átomos en los minerales	227
2. Investigación de un compuesto de boro	227

3. Adición del ácido ortobórico a un diol	228
4. Dopaje de un semiconductor con boro	228
5. Estudio de la B – tricloroborazina, energía del enlace B - N	229
6. Estudio de los boranos. Reglas de Styx	229
7. Esquemas topológicos de B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , B <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , B <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	232
8. Espectros de <sup>11</sup> B obtenidos por RMN para B <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , B <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	232
9. Preparación electrolítica del aluminio	233
10. Anodización del aluminio	234
11. Dimerización del AlC <sub>13</sub> y del Al(CH <sub>3</sub> )	234
12. Comportamiento anfotérico de Al(OH) <sub>3</sub> y del AlF <sub>3</sub>	236
13. Ataque ácido aluminio	237
14. Entalpía de hidratación del Al <sub>3</sub> +(g)	237
<b>12. Generalidades de los Metales</b>	239
1. Apilamiento de esferas	239
2. Ordenamiento cfc y hc	241
3. Coordenadas reducidas, direcciones y planos en un cristal	242
4. Energía de creación de las fallas de Frenkel	244
5. Difracción de rayos X	245
6. Función de Fermi –Dirac	246
7. Dopaje con ayuda de elementos radiactivos	247
8. Conductividad de un semiconductor intrínseco	247
9. Conductividad de un semiconductor extrínseco	248
10. Diagrama de bismuto y cadmio	249
11. Diagrama de Ellingham	251
<b>13. Metales Alcalinos y Alcalinotérreos</b>	255
1. Entalpías de formación de los compuestos alcalinos	255
2. Energía reticular y entalpía de reacción de sales alcalinas	256
3. Desorden de Schottky en el cloruro de sodio	256
4. Solución de sodio en amoníaco	258
5. Principio de las levaduras artificiales	258
6. Sistema ternario de NaNO <sub>3</sub> ; KNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O	259
7. Estructura cristalina del magnesio	260
8. Combustión del magnesio en el aire	261
9. Diagrama de E contra ph para el magnesio	262
10. Estabilidad de los monohalogenuros de magnesio	263
11. Estabilidad de los carbonatos alcalinotérreos	265
12. Solubilidad del carbonato de calcio	267
13. Diagrama del sistema MgO – NiO	269
14. Análisis de una mezcla de carbonatos y de óxido de calcio	270
<b>14. Elementos de Transición. Compuestos de Coordinación</b>	273
1. Temperaturas de fusión y de ebullición de los metales de transición	273
2. Estados de oxidación del cromo	275
3. Conductividad de los complejos de platino	275
4. Isometría de complejos cuadrados	276
5. Isometría de los complejos octaédricos	276
6. Regla de número atómico efectivo	279
7. Análisis de un complejo de platino	280
8. Análisis de un carbonilo metálico	281

9. Entalpía de formación del cromo dibenceno	282
10. Energías de estabilización del campo cristalino	283
11. Espines normales y espines inversos	286
12. Estabilidad de los complejos en solución acuosa	287
<b>15. Hierro. Cobre</b>	289
1. Solubilidad del carbono en el hierro $\alpha$ y en el hierro $\gamma$	289
2. Óxidos de hierro: estructuras	290
3. Óxido de hierro: termoquímica	291
4. Dimerización en fase gaseosa del $\text{FeCl}_3$	293
5. Soluciones acuosas con $\text{Fe}(\text{OH})_2$ y $\text{Fe}(\text{OH})_3$	294
6. Estabilidad del ion tiocianato de hierro III	295
7. Análisis de un mineral del hierro	297
8. Identificación de derivados del cobre	297
9. Complejos de cobre II	298
10. Determinación de la fórmula de ion amín – cobre II	299
11. Deshidratación de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	300
12. Electroquímica del cobre	301
13. Medida del paramagnetismo de una sal de cobre	302
14. Masa volumétrica de un bronce	303
15. Diagrama de plata – cobre	304
<b>Apéndices</b>	
1. Alfabeto griego	307
2. Prefijos del sistema internacional de unidades (SI)	308
3. El sistema internacional de unidades (SI)	308
4. Correspondencia entre las unidades de energía	310
5. Valores numéricos de las principales constantes	310
6. Clasificación periódica de los elementos	311
7. Masas atómicas relativas	312
8. Configuraciones electrónicas de los elementos	313
9. Energías de ionización y de fijación electrónicas	314
10. Electronegatividades (Escala de Allred- Rochoe), por orden de Z creciente	314
11. Rayos iónicos (Pauling) en pm	314
12. PKA de los pares ácido – base (298K)	315
13. Potenciales redox estándar a 298K (298K) volts	315
14. Investigación de un grupo de simetría puntual	316