مسائل وحلولها فى الكيمياء

أ.د. حسن أحمدشحاتة
أستاذ الكيمياء – كلية العلوم
جامعة الأزهر

دار الفجر للنشر والتوزيع

2007

مسائل وحلولها فى الكيمياء

أ.د حسن أحمد شحاتة

حقوق النشر
الطبعة الأولى 2004م
الطبعة الثانية 2007م
جميع الحقوق محفوظة للناشر

رقم الإيداع
19685
الترقيم الدولي I.S.B.N.
977-358-040-7

دار الفجر للنشر و التوزيع
4 شارع هاشم الأشقر ـ النزهة الجديدة ـ القاهرة
ت : 6246252 (00202) ف : 6246265 (00202)

لا يجوز نشر أي جزء من الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي نحو أو بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة و مقدما .

بسم الله الرحمن الرحيم

"إنمـــا يخشى الله من عبـــاده العلمـــاء"

صدق الله العظيم

سورة فاطر : الآية (٢٨)

إهـــــــــــــــــداء

إلى كل طالب علم فى عالمنا العربى ..

إلى كل طالب يدرس علوم الكيمياء ..

إلى الأساتذة ومدرسو الكيمياء ..

"أهدى إليهم هذا الكتاب "مسائل وحلولها فى الكيمياء" ليكون عونا لهم على الفهم والتطبيق فى العديد من موضوعات الكيمياء"

المؤلف

مقـــــــدمة

الحمد لله الذى علم بالقلم، علم الإنسان مالم يعلم، والصلاة والسلام على سيدنا محمـــد النبى الأمى الذى علم البرية جمعاء، وعلى اله وصحبه وسلم.. وبعد

فإنه يسرنى أن أقدم هذا الكتاب "مسائل وحلولها..فى الكيمياء" إلى المكتبة العربية، وأن أضعه بين أيدى دراسى الكيمياء فى جامعاتنا ومدارسنا فى كل مكان من وطننا العربى الكبـير، بهدف تبسيط وتسهيل فهم القوانين والنظريات المختلفة فى الكيمياء، وذلك من خـــلال مســائل متنوعة ومزودة بالشرح التفصيلى لكيفية حل هذه المسائل، من خلال الاستعانة والتعويض فـــى القوانين والعلاقات التى تمت دراستها.

ويعد هذا الكتاب "مسائل وحلولها فى الكيمياء" دليلا ومساعدا للقائمين علـــى تدريـــس الكيمياء فى المدارس والجامعات ومعاونا لهم فى محاولة التقرب من الطلاب ومساعدتهم علـــى تفهم القوانين وتطبيقاتها المختلفة.

وقد راعيت أن يكون كل فصل من فصول هذا الكتاب مزود بأهم التعريفات والقوانيـن والنظريات التى يتعرض لها موضوع هذا الفصل، حتى تكون دليلا للطـــالب عنـــد التعـــرض للمسألة وحلها، وحتى يتم الربط – بطريقة عملية- بين الجزء النظرى والتطبيقات الرياضيـــة، مما يساعد على الفهم السريع لجميع الأجزاء النظرية وتطبيقاتها.

كما تم تزويد الكتاب بمجموعة من المسائل غير المحلولة فى نهاية كل فصل، بـــهدف مساعدة الطالب أو الدارس على تقييم نفسه بنفسه، وحتى يجد الفرصة لاختبار قدراته ومـــدى استيعابه فى ما تمت دراسته من قوانين ونظريات.

وقد ذيل الكتاب فى نهايته بملاحق تشتمل على: "الثوابت الكيميائية والكميات الفيزيائية وبعض القواطع والحروف الأبجدية اليونانية، وجداول اللوغاريتمات".

كما زود الكتاب بملحق كامل لأهم المصطلحات العلمية التى وردت فى فصول الكتاب باللغتين العربية والإنجليزية.

وأخيرا أدعو الله – سبحانه وتعالى- أن يكون هذا الكتاب عونا لكل طالب علم، ولكـــل معلم أو قائم على تدريس الكيمياء، حتى يتحقق الهدف المرجو نحو تخريج جيل مـــن العلمـــاء يسهم بشكل فعال فى بناء مستقبلنا ومستقبل أمتنا العربية الذى نصبوا إليه.

والله ولى التوفيق وهو الهادى إلى سواء السبيل،

المؤلف

المحتويات

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
إهـــــداء	
المقدمة	7
الفصل الأول: الغازات (الحالة الغازية)	19
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	21
- تعريف الغاز	21
- أنواع الغازات	21
- قوانين الغازات	21
١- قانون بويل	21
٢- قانون شارل	22
٣- قانون الحجم الثابت	22
- القانون العام للغازات	22
- قانون أفوجادرو	22
- عدد أفوجادرو	22
- قانون دالتون للضغوط الجزئية	22
- قانون جراهام لانتشار الغازات	22
- فروض النظرية الحركية للغاز	23
- حيود الغازات وأسبابه	23
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	24
ثالثا: مسائل وحلولها	26
رابعا: مسائل غير محلولة	43
الفصل الثانى: السوائل (الحالة السائلة)	45
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	47
- تعريف السائل	47
- الضغط البخارى لسائل	47
- حرارة التبخير للسائل	47

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
- الحرارة النوعية للبخر	47
- الحرارة الجزيئية للتبخير	47
- نقطة غليان السائل	47
- الحرارة النوعية للانصهار	48
- الحرارة الجزيئية للانصهار	48
- تأثير الحرارة على الضغط البخارى لسائل	48
- درجة الحرارة الحرجة	48
- التوتر السطحى لسائل " γ"	48
- اللزوجة	49
- معامل اللزوجة	49
ثانيا: بعض العلاقات الرياضية المهمة	49
- حرارة التبخير	49
- ضغط بخار السائل	50
- التوتر السطحى لسائل	50
- التوتر السطحى لسائل فى وجود بخاره	50
- التوتر السطحى (بطريقة وزن النقطة)	50
- تعيين لزوجة السائل	51
(أ) طريقة ستوك	51
(ب) طريقة بواسيل	51
- العلاقة بين معامل اللزوجة وحجم السائل	51
ثالثا: مسائل وحلولها	52
رابعا: مسائل غير محلولة	65
الفصل الثالث: الجوامد (الحالة الصلبة)	67
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	69
- تعريف الصلب	69
- أنواع المواد الصلبة	69
أ) مواد بللورية	69

الموضـــــــــــــــوع	الصفحة
ب) مواد غير متبلرة (أمورفية)	69
- خواص المواد البللورية والأمورفية (غير البللورية)	69
- أنواع المكعبات البللورية (وحدة الخلية)	70
- قانون ثبات الزوايا بين السطوح	70
- قانون معقولية (أو منطقية) الإحداثيات أو التقاطعات	70
- قانون التماثل	71
- قانون "نيومان"	71
- قانون "ديلونج وبيتى"	71
- قانون التشابه البللورى (قانون متشرليش)	71
- ظاهرة تعدد الأشكال	71
- أنواع التشكل أو التأصل	72
أ) تشكل إنعكاسى	72
ب) التشكل أحادى الاتجاه	72
- البللورة ووحدة الخلية	72
- قانون براج	72
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	73
- معادلة براج	73
- عدد الجزيئات فى وحدة الخلية (n)	73
- عدد الذرات فى وحدة الخلية (الخلية الوحدة)	73
ثالثا: مسائل وحلولها	74
رابعا: مسائل غير محلولة	81
الفصل الرابع: الأحماض والقواعد	83
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	85
- الخواص العامة للأحماض	85
- الخواص العامة للقواعد	85
- قوى الأحماض والقواعد	85
- الأحماض القوية	86

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
- الأحماض الضعيفة	86
- القواعد القوية	87
- القواعد الضعيفة	87
- النظريات التى عرفت الحمض والقاعدة	88
1- نظرية أرهينيوس	88
2- نظرية برونستد- لورى	88
3- نظرية لويس	89
• شمولية نظرية لويس	89
• الأنواع الكيميائية التى يمكن اعتبارها أحماض لويس	89
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	90
- حساب تركيز أيون الهيدروجين	90
- تعيين درجة التحلل	90
أ- فى حالة الكتروليت (يتحلل إلى حمض قوى وقاعدة ضعيفة)	90
ب- فى حالة الكتروليت (يتحلل إلى حمض ضعيف وقاعدة قوية)	91
جـ- فى حالة الكتروليت (يتحلل إلى حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة)	91
ثالثا: مسائل وحلولها	92
رابعا: مسائل غير محلولة	96
الفصل الخامس: الديناميكا الحرارية	97
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	99
- أهمية علم الديناميكا الحرارية	99
- النظام والوسيط المحيط	99
- العلاقة بين النظام والوسط المحيط	99
- أنواع النظام	99
(1) نظام مفتوح	99
(2) نظام مغلق	99
(3) نظام معزول	100
- تصنيف النظام طبقا لمكوناته	100

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
أ- النظام المتجانس	100
ب- النظام غير المتجانس	100
- الخواص الميكروسكوبية والخواص الماكروسكوبية للنظام	100
- العمليات الديناميكية الحرارية	101
- الطاقة	102
- الطاقة الداخلية للمادة	102
- المحتوى الحرارى (الإنثالبى)	103
- القانون الصفرى للديناميكا الحرارية	103
- القانون الأول للديناميكا الحرارية	104
- دالة الحالة	104
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	104
- الشغل المبذول	104
- الشغل الأقصى للتمدد ثابت الحرارة	105
- الطاقة الداخلية	105
- حرارة التفاعل عند حجم ثابت	105
- حرارة التفاعل عند ضغط ثابت	105
- العلاقة بين q_v و q_p	106
- الطاقة الحركية	106
- العلاقة بين الطاقة والكتلة (قانون اينشتاين)	106
ثالثا:مسائل وحلولها	107
رابعا:مسائل غير محلولة	117
الفصل السادس: الكيمياء الحرارية	119
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	121
- التفاعلات الطاردة	121
- التفاعلات الماصة للحرارة	121
- وحدة الحرارة (السعر)	121
- الحرارة النوعية للمادة	121

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
- الحرارة النوعية للماء	121
- السعة الحرارية لمادة	121
- العلاقة بين السعة الحرارية والحرارة النوعية لمادة	122
- السعة الحرارية الجزيئية	122
- المسعر الحرارى	122
- حرارة التفاعل	122
- الإنثالبى	122
- بعض أنواع حرارات التفاعل	123
- قانون لافوازييه – لابلاس	124
- قانون هيس للحاصل الحرارى الثابت	124
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	124
- السعة الحرارية	124
- العلاقة بين كمية الحرارة والحرارة النوعية لمادة	125
- حرارة التفاعل عند حجم ثابت	125
- حرارة التفاعل عند ضغط ثابت	125
- السعة الحرارية عند حجم ثابت	125
- السعة الحرارية عند ضغط ثابت	125
- العلاقة بين كمية الحرارة (q) والسعة الحرارية الكلية	126
- طاقة الروابط	126
- معادلة كيرشوف	126
ثالثا: مسائل وحلولها	127
رابعا: مسائل غير محلولة	138
الفصل السابع: تفاعلات الأكسدة والاختزال	141
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	143
- الأكسدة	143
- الإختزال	143
- العامل المؤكسد	143

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
- العامل المختزل	143
- أعداد التأكسد	143
- استخدام أعداد التأكسد لموازنة معادلات الأكسدة - الاختزال	144
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	145
- الشغل الكهربي والطاقة الحرة	145
- القوة الدافعة الكهربية و ΔH و ΔS	145
- عند الظروف القياسية	145
- معادلة نرنست	146
ثالثا: مسائل وحلولها	147
رابعا: مسائل غير محلولة	153
الفصل الثامن: الاتزان الكيميائى	155
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	157
- التفاعلات غير الانعكاسية	157
- التفاعلات العكسية	157
- حالة الاتزان الكيميائى	158
- مدلولات حالة الاتزان الكيمائى	158
- قانون فعل الكتلة	159
- ثابت الإتزان	159
- مبدأ لوشاتيلية	159
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	159
- ثابت الاتزان بدلالة التركيزات "K_C"	159
- ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية "K_P"	160
- العلاقة بين K_C, K_P	160
- طبيعة العلاقة بين K_C, K_P	160
ثالثا:مسائل وحلولها	162
رابعا:مسائل غير محلولة	171

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
الفصل التاسع: الاتزان الأيونى	173
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	175
- الإلكتروليت	175
- الإلكتروليتات القوية	175
- الإلكتروليتات الضعيفة	175
- قانون اوستفالد للتخفيف	175
- الحاصل الأيونى للماء	175
- تأثير (فعل) الأيون المشترك	175
- حاصل الإذابة لملح شحيح الذوبان	176
- الأس (الرقم) الهيدروجينى	176
- الأس الهيدروكسيلى	176
- المحاليل المنظمة	176
- الأدلة	176
- التحلل المائى للأملاح (التميؤ)	177
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	178
- العلاقة بين درجة تفكك إلكتروليت وثابت تفككه	178
- طبيعة العلاقة بين pH و pOH	178
- العلاقة بين pH و pK_a (لمحلول منظم)	179
- حاصل الإذابة لملح شحيح الذوبان	179
- العلاقة بين الحاصل الأيونى وحاصل الإذابة لملح شحيح الذوبان	180
ثالثا: مسائل وحلولها	181
رابعا: مسائل غير محلولة	195
الفصل العاشر: الكيمياء الحركية	197
أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة	199
- سرعة التفاعل الكيميائى	199
- ميكانيكية التفاعل الكيميائى	199
- العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيميائى	199

الموضـــــــــــــــــوع	الصفحة
- قانون السرعة للتفاعل	199
- معادلة أرهينيوس	200
- رتبة التفاعل	200
- جزيئية التفاعل	200
- فترة نصف العمر للتفاعل	200
ثانيا: بعض العلاقات المهمة	201
- معادلة السرعة للتفاعل احادى الرتبة	201
- فترة نصف العمر لتفاعلات الرتبة الأولى	201
- معادلة السرعة للتفاعلات ثنائية الرتبة (الرتبة الثانية)	201
أ- تفاعلات مشتملة على متفاعلين لهما نفس التركيز الابتدائى	201
ب- تفاعلات مشتملة على متفاعلين بتركيزات ابتدائية مختلفة	201
- معادلة السرعة للتفاعلات ثلاثية الرتبة (الرتبة الثانية)	202
- تأثير درجة الحرارة على ثابت سرعة التفاعل	202
ثالثا: مسائل وحلولها	203
رابعا: مسائل غير محلولة	215
- قائمة المصطلحات	217
الملاحق والجداول	231