الدكتور
عبد الحليم منصور

الدكتور
غدير زيزفون

مبادئ التوازن الكيميائي

مطبعة جامعة دمشق

١٣٩٠ هـ - ١٩٧٠ م

مبادئ
التوازن الكيميائي

الدكتور
عبد الحليم منصور

الدكتور
غدير زيزفون

مطبعة جامعة دمشق

١٩٦٩ - ١٩٧٠ م

الفهـــرس

	الصفحة
المقـــدمة	٣

الفصل الاول : القانون الاول في الترموديناميك

١ ـ ١ الجمل الترموديناميكية	٧
٢ ـ ١ المتحولات الترموديناميكية	٨
٣ ـ ١ الطاقة والعمـــل	١١
٤ ـ ١ العمل الناتج عن التمدد	١٢
٥ ـ ١ انحفاظ الطاقة : القانون الاول في الترموديناميك	١٣
٦ ـ ١ تطبيقات القانون الاول في الترموديناميك	١٤
٧ ـ ١ تغيرات الطاقة الداخلية والعمل والحرارة	١٧
٨ ـ ١ المحتوى الحراري	٢٠
٩ ـ ١ السعـــة الحرارية	٢١
١٠ ـ ١ الغازات الكاملـــة	٢٢
١١ ـ ١ قانون بويل وغاي ـ لوساك	٢٤
١٢ ـ ١ معادلة الحالة لغاز كامل	٢٧
١٣ ـ ١ علاقة السعات الحرارية	٢٩
١٤ ـ ١ العمليـــات العكوســـة	٣١
١٥ ـ ١ التمدد العكوس المتساوي الدرجة للغاز الكامل	٣٢
١٦ ـ ١ التحـــولات الكظومـــة	٣٥

الفصل الثاني : القانون الثاني في الترموديناميك

١ ـ ٢ العمليات التلقائية والقانون الثاني في الترموديناميك	٣٩
٢ ـ ٢ الدورات والعمليات الدورية	٤١

الصفحة

٣ — ٢ الانتروبي ٤٧
٤ — ٢ انتروبي غاز كامل ٥١
٥ — ٢ تغيرات الانتروبي تحت حجم ثابت أو تحت ضغط ثابت ٥٥
٦ — ٢ تغيرات الانتروبي في العمليات غير العكوسة ٥٧
٧ — ٢ الانتروبي والاحتمال ٦٠

الفصل الثالث : I — التوابع الترموديناميكية

١ — ٣ تابعا الطاقة الحرة والعمل ٦٨
٢ — ٣ معادلة جيبس هلمهولتز ٧٠
٣ — ٣ تابعا العمل والطاقة الحرة في التحولات المتساوية الدرجة ٧٢
٤ — ٣ شروط التوازن في الجمل المغلقة ٧٣
٥ — ٣ علاقات ماكسويل وتغيير المتحول ٧٦
٦ — ٣ السعات الحرارية تحت ضغط ثابت وحجم ثابت ٧٨
٧ — ٣ المعادلات الترموديناميكية للحالة ٨٠
٨ — ٣ الكميات الجزيئية الجزئية ٨٢
٩ — ٣ الكمون الكيميائي ٨٤

II — الكيمياء الحرارية

١٠ — ٣ التحولات الحرارية في التفاعلات الكيميائية ٨٧
١١ — ٣ التحولات الحرارية تحت ضغط ثابت وتحت حجم ثابت ٨٩
١٢ — ٣ حرارة التشكل ٩٠
١٣ — ٣ قوانين الكيمياء الحرارية ٩٢
١٤ — ٣ تأثير درجة الحرارة على حرارة التفاعل ٩٦

الفصل الرابع : الحالة الغازية I — النظرية الحركية للغازات

١ — ٤ الابتعاد عن قوانين بويل وغاي — لوساك وافوغادرو ١٠٥
٢ — ٤ النظرية الحركية للغازات ١٠٨
٣ — ٤ استنتاج قوانين الغازات الكاملة ١١٣
٤ — ٤ الحركة البروانية وعدد أفوغادرو ١١٦

الصفحة

II — ترموديناميك الغازات

٥ — ٤ الغاز الكامل النقي ١٢١
٦ — ٤ المزيج الغازي الكامل ١٢٥
٧ — ٤ الغازات غير الكاملة ١٣١
٨ — ٤ معادلة فاندرفالس والحالة الحرجة ١٣٣
٩ — ٤ مفعول جول — تومسون ١٣٥
١٠ — ٤ شرود الغاز غير الكامل النقي ١٤٠
١١ — ٤ الشرود في مزيج غازي غير كامل ١٤٤
١٢ — ٤ معامل درجة حرارة الشرود والكمون الكيميائي القياسي ١٤٧
١٣ — ٤ المحاليل الغازية المثالية وقاعدة لويس وراندال ١٤٨

الفصل الخامس : توازن التفاعلات الكيميائية الغازية

١ — ٥ معادلة التفاعل الكيميائي ١٥٢
٢ — ٥ توازن التفاعلات ١٥٥
٣ — ٥ ثابت التوازن لتفاعل غازي ١٦١
٤ — ٥ تعلق ثابت التوازن بدرجة الحرارة ١٦٦
٥ — ٥ اشكال ثابت التوازن الاخرى لمزيج غازي كامل ١٧٠
٦ — ٥ أمثلة توضيحية ١٧٢
٧ — ٥ توازن التفاعلات التي تحوي بالاضافة الى الغازات سوائل وأجساما صلبة غير قابلة للامتزاج بها ١٧٧
٨ — ٥ تطبيق على شي الفالينا ١٨٣
٩ — ٥ عدد التفاعلات المستقلة وشروط توازن عدة تفاعلات مستقلة ١٨٥
١٠ — ٥ ملاحظات عامة حول التفاعلات المترافقة ١٨٩
١١ — ٥ ملاحظات عامة حول المحصول الاعظمي الممكن ١٩٠

الفصل السادس : قاعـدة الاطوار

١ — ٦ قاعدة الاطوار في حالة مكونات غير فعالة ١٩٦
٢ — ٦ قاعدة الاطوار في حالة مكونات فعالة ١٩٩
٣ — ٦ مثال على تطبيق قاعدة الاطوار ٢٠٢
٤ — ٦ مثالان من صناعة استخلاص التوتياء من خاماتها ٢٠٤

الصفحة

الفصل السابع : توازن الاطوار في الجمل الاحادية المكون

١ ـ ٧ معادلة كلوزيوس وكلابيرون ٢١١
٢ ـ ٧ الحرارة اللاطية ومعامل درجة حرارتها ٢١٤
٣ ـ ٧ تأثير وجود غاز ثان على ضغط بخار جسم سائل أو جسم صلب ٢١٨

الفصل الثامن : معادلة جيبس ـ دوهيم والخواص العامة المتعلقة بالمحاليل الثنائية

١ ـ ٨ معادلة جيبس ـ دوهيم ٢٢٤
٢ ـ ٨ علاقة الضغط بدرجة الحرارة ٢٢٦
٣ ـ ٨ علاقة الضغط الجزئي بالتكوين ٢٣٣
٤ ـ ٨ المنحنيات التجريبية للضغط الجزئي في المحاليل الثنائية ٢٣٥
٥ ـ ٨ تطبيق معادلة جيبس ـ دوهيم على منحنيات الضغط الجزئي ٢٤٥
٦ ـ ٨ تطبيق معادلة جيبس ـ دوهيم على منحني الضغط الكلي ٢٥٠
٧ ـ ٨ علاقة معادلة جيبس ـ دوهيم بقانوني راؤول وهنري ٢٥٢

الفصل التاسع : المحاليل المثالية

١ ـ ٩ تعريف المحلول المثالي ٢٥٧
٢ ـ ٩ قانونا راؤول وهنري ٢٥٨
٣ ـ ٩ خواص المزج في المحاليل المثالية ٢٦٢
٤ ـ ٩ تابعية التوازن (بخار ـ محلول) لدرجة الحرارة والضغط ٢٦٦
٥ ـ ٩ قانون نرنست ٢٦٨
٦ ـ ٩ التوازن بين محلول مثالي ومكون متبلور نقي ٢٧٠
٧ ـ ٩ انخفاض نقطة التجمد وارتفاع نقطة الغليان ٢٧٣
٨ ـ ٩ ضغط تحال المحلول المثالي ٢٧٦
٩ ـ ٩ انحلال الغازات والاجسام الصلبة في السوائل ٢٨٠

الفصل العاشر : I — المحاليل غير المثالية

١ ـ ١٠ معامل الفعالية وفق سلم الكسر الجزيئي ٢٨٥

الصفحة

٢ ـ ١٠ علاقة معامل الفعالية بقانوني راؤول وهنري ٢٨٧
٣ ـ ١٠ استعمال السلم الجزيئي الوزني والسلم الجزيئي الحجمي ٢٩١
٤ ـ ١٠ معامل الفعالية وفق السلم الجزيئي الوزني ٢٩٣
٥ ـ ١٠ تأثير درجة الحرارة والضغط ٢٩٦
٦ ـ ١٠ تعيين معامل الفعالية ٣٠٠
٧ ـ ١٠ تطبيق معادلة جيبس ـ دوهيم على معامل الفعالية ٣٠٤

II — توازن تفاعلات المحاليل

٨ ـ ١٠ طاقة التشكل الحرة في المحلول ٣١٢
٩ ـ ١٠ تابعية ثوابت التوازن لدرجة الحرارة والضغط ٣١٥
١٠ ـ ١٠ اصطلاحات خاصة بالكهرليتات ٣١٩
١١ ـ ١٠ ثابت التشرد والكمون الكيميائي للكهرليتات ٣٢٢
١٢ ـ ١٠ معامل الفعالية في الكهرليتات ٣٢٤
١٣ ـ ١٠ توازن الطور في الكهرليتات . جداء الانحلال ٣٢٧
١٤ ـ ١٠ ثابت توازن التفاعلات الشاردية ٣٢٩

الفصل الحادي عشر : النظيران الاحصائيان للانتروبي وتابع العمل

١ ـ ١١ الحالات الكمية للجمل الضخمة ٣٣٣
٢ ـ ١١ الحالات الكمية والطاقية والترموديناميكية ٣٣٤
٣ ـ ١١ التقلبات ٣٣٥
٤ ـ ١١ عملية أخذ المتوسط والفرضية الاحصائية ٣٣٦
٥ ـ ١١ التوفر ٣٣٧
٦ ـ ١١ حالة التوازن ٣٣٨
٧ ـ ١١ طرق احصائية ٣٣٩
٨ ـ ١١ المجموع وعملية أخذ المتوسط ٣٤١
٩ ـ ١١ النظيران الاحصائيان للانتروبي وتابع العمل ٣٤٧
١٠ ـ ١١ مقارنة النظائر الاحصائية مع التوابع الترموديناميكية ٣٥٣
١١ ـ ١١ الانتروبي الحرارية والتشكيلية ٣٥٧

الصفحة

الفصل الثاني عشر : I — تابع التجزئة لغاز كامل

١ ـ ١٢ الحالات المتميزة للغاز وتابع التجزئة الجزيئي ٣٦٦
٢ ـ ١٢ معادلة شرودنكر ٣٧١
٣ ـ ١٢ قابلية معادلة الموجة للتفريق ٣٧٤
٤ ـ ١٢ تفريق تابع التجزئة الجزيئي ٣٧٩
٥ ـ ١٢ تابع التجزئة الانتقالي ٣٨١
٦ ـ ١٢ تابع التجزئة الداخلي ٣٨٧
٧ ـ ١٢ الخواص الترموديناميكية للغاز الكامل ٣٨٨

II — توزع ماكسويل ـ بولتزمان وبعض تطبيقاته الاساسية

٨ ـ ١٢ توزع ماكسويل ـ بولتزمان ٣٩٨
٩ ـ ١٢ التوزع على الحالتين الانتقالية والداخلية ٤٠٢
١٠ ـ ١٢ عدد الحالات الانتقالية في طاقة معينة ٤٠٤
١١ ـ ١٢ توزع السرع لماكسويل ٤٠٩
١٢ ـ ١٢ بعض التطبيقات على الغازات الكاملة ٤١٤
مسائل عامة ٤٢٥

الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
١٦	٢٠	dx	dX
١٦	٢١	dx	dX
٥٩	١٨	عملية عكوسة	عملية غير عكوسة
٩٦	٦	$I_{2(s)}$	$I_{2(g)}$
١٧٦	١٤	4.6	406
١٧٦	٢١	17.35	17.53
١٧٦	٢٢	2.99	2.69
١٧٦	٢٣	1.29	1.09
١٧٦	٢٣	2.91	0.91

الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
١٦	٢٠	dx	dX
١٦	٢١	dx	dX
٥٩	١٨	عملية عكوسة	عملية غير عكوسة
٩٦	٦	$I_{2(s)}$	$I_{2(g)}$
١٧٦	١٤	4.6	406
١٧٦	٢١	17.35	17.53
١٧٦	٢٢	2.99	2.69
١٧٦	٢٣	1.29	1.09
١٧٦	٢٣	2.91	0.91