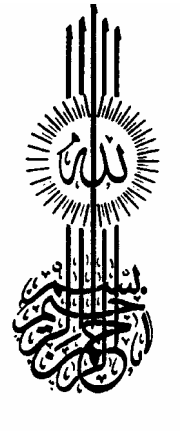
بدم
بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة إكسفورد لمبادئ الكيمياء

أساسيات الفيزياء للكيميائيين

تأليف

ج.أ.د. ريتشي د.أس. سيفيا

G.A.D. Ritchie and D.S. Sivia

ترجمة

الدكتور مرتضى إبراهيم يوسف

أستاذ الفيزياء المساعد- قسم العلوم الطبيعية

كلية المجتمع في الرياض- جامعة الملك سعود

(منشورات إكسفورد العلمية)

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)

Foundations of Physics for Chemists
By: G.A.D. Ritchie and D.S. Sivia
© Oxford University Press, 2005
This translation of Foundations of Physics for Chemists Published in English in 2005 is Published by an arrangement with Oxford University Press

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ريتشي ، ج.أ . د

أساسيات الفيزياء للكيميائيين /ج. أ . د ريتشي ؛ د. اس سيفيا ؛ مرتضى ابراهيم يوسف - الرياض ، ١٤٣٢هـ

٢١٧ص ؛ ١٧سم × ٢٤سم

ردمك : ٥- ٨٤٥- ٥٥- ٩٩٦٠- ٩٧٨

١- الفيزياء أ- سيفيا، د.اس (مؤلف مشارك) ب — يوسف ، مرتضى إبراهيم (مترجم) ج. العنوان

ديوي ، ٥٣٠ ١٤٣٢/٦٩٠٩

رقم الإيداع : ١٤٣٢/٦٩٠٩

ردمك : ٥- ٨٤٥- ٥٥- ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه العاشر للعام الدراسي ١٤٣٢/١٤٣١هـ، الذي عقد بتاريخ ١٤٣٢/٢/٢٦هـ، الموافق ٢٠١١/١/٣٠م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

إهداء إلى:

ذكرى والدي ووالدتي

زوجتي الغالية

أبنائي فرح وجنة ومحمد

مقدمة المترجم

الفيزياء علم يبحث في المادة والمجال (إشعاع أو طاقة) والتأثيرات المتبادلة بينهما، ويؤسس نتائجه مستنداً على القياس التجريبي ويعتمد في صياغة تعميماته على العلاقات الرياضية التي تربط بين متغيرات الظاهرة الطبيعية؛ لذا هذا العلم مؤلفٌ لمنهج فكري تجريبي- رياضي متميز بذاته. فلا غرو، إذاً، أن يجد الدارس المبتدئ لهذا العلم صعوبة استيعابية في فهم أساسيات هذا المنهج الفكري ولا غرابة، أيضاً، أن تزدحم أرفف المكتبات بهذا الكم من الكتب التي تعالج مبادئ الفيزياء بالشرح والتبسيط.

وتلعب الفيزياء دوراً رئيسياً في دراسات الكيمياء لطلاب الجامعات. والفهم الجيد لمبادئ الفيزياء الأساسية يعتبر حجر الأساس الضروري لتقدير التنوع والاختلاف في ظواهر الكيمياء الفيزيائية، بدءاً من حيود الأشعة السينية إلى الرنين المغناطيسي.

يعتبر كتاب "أساسيات الفيزياء للكيميائيين" والمحرر بواسطة ج. ريتشي وأس. سيفيا واحداً من أهم الكتب التي ظهرت في هذا المجال؛ نظراً لسلاسة مفرداته وطريقة عرضه وأسلوب تعامله مع الأفكار والمبادئ الرئيسية بكل سهولة ويسر.

يهتم هذا الكتاب بالموضوعات الأساسية في الميكانيكا الكلاسيكية والموجية التي هي المدخل الرئيسي في فهم ميكانيكا الكم التي يرتكز عليها استيعاب النظريات

الكيميائية الحديثة. وقد تضمن هذا الكتاب شرحاً وفيراً للكهرباء الساكنة والمغناطيسية بالإضافة إلى علم البصريات، ويقودنا خطوة بخطوة إلى كيفية استخدام حيود الأشعة السينية في تحديد التركيب البلوري للمواد. ولقد حرص المؤلف على أن يحتوي كل فصل على مسائل تهدف إلى مساعدة الطالب على استيعاب مضامين الفصل، والتعامل بثقة مع أفكاره الأساسية؛ ولذلك يعتبر هذا الكتاب من الكتب الهامة لطلاب الفيزياء والكيمياء في الجامعات والكليات العلمية، وهو مدخل رئيسي لطلاب الهندسة، والعلوم الصحية، والحاسب الآلي، والعمارة، والزراعة، والتطبيقات التقنية بأنواعها.

إن افتقار المكتبة العربية إلى وجود مثل هذه النوعية من الكتب العلمية يجعل من قضية (التعريب والترجمة والتأليف) في مجالات العلوم والتقنية أمراً بديهياً، وبدون الاعتراف بها وإعطائها حقها من الدعم ستبقى الأجيال عاجزة عن التآلف مع (الحركة العلمية)، واستيعاب حقائقها وفكرها ومنطلقاتها بفاعلية واقتدار. وعلى هذا الطريق الطويل، تأتي ترجمة هذا الكتاب الذي آمل أن يكون عوناً لطلاب الجامعات في السنوات الدراسية الأولى، وأن يكون مستوفياً للموضوعات المطروحة فيه.

لقد اعتمد في هذا الكتاب على كتابة رموز المعادلات بالأحرف اللاتينية، أما المصطلحات العلمية والعناوين فقد كتبت جنباً إلى جنب باللغتين العربية والإنجليزية؛ ليعتاد الطالب عليها عند رجوعه إلى مراجع أجنبية، ولتساعده في دراسته المستقبلية. ولقد حرصنا أيضاً على أن تكون لغة الكتاب مُنضبطة من الناحية اللغوية، وقادرة على ربط المفاهيم العلمية وإيضاحها بسلاسة ويُسر، كما أدركنا أهمية (التشكيل اللغوي) لبعض الكلمات لضمان اللفظ الصحيح للكلمات والمصطلحات، وفي رأينا

أن مثل هذه الاعتبارات أمر ضروري لتحقيق الأهداف المتوخاة من وراء عملية (التعريب والترجمة والتأليف).

في ضوء كل تلك الاعتبارات السابقة فإننا سنسعد كثيراً بأي ملاحظات أو مرئيات من أصحاب التخصص أو الدارسين لتطوير هذا الكتاب وتحسينه.

ولا يفوتني- في نهاية المطاف- أن أشكر زملائي في قسم العلوم الطبيعية- كلية المجتمع في الرياض- جامعة الملك سعود الذين كانوا- على الدوام- قوة دافعة لإكمال هذا الكتاب عبر ملاحقاتهم واستفساراتهم واهتمامهم الكريم.

وفي الختام أتقدم بخالص الشكر إلى مركز الترجمة- جامعة الملك سعود على دعمه ترجمة هذا الكتاب.

والله من وراء القصد، والحمد الله رب العالمين.

المترجم

مقدمة محرر السلسلة

صممت مبادئ الكيمياء في أكسفورد؛ لكي توفر مقدمات واضحة، وموجزة على نطاق واسع للموضوعات التي من المحتمل أن يواجهها طلاب الكيمياء؛ لأنهم يتقدمون من مرحلة المبتدئين إلى مرحلة التخرج، وتحتوى سلسلة الكيمياء الفيزيائية على كتب معترف بها متعلقة بجوهر المواد الأساسية التي يحتاج كل الكيميائيين إلى معرفتها، بالإضافة إلى اتجاهات الكتب الجديدة المنعكسة، واتجاهات البحث فى المادة، وهو المتوقع (وربما المشجع) لتطوير المرحلة الجامعية الحديثة.

في الكتاب التمهيدي للكيمياء الفيزيائية هذا (جرانت ريتشاى وديفندر سيفيا) يقدم تقريراً منفتحاً عن الفيزياء للكيميائيين، والكتاب الذي بالنسبة لمعرفتنا هو نص الفيزياء التمهيدي الأولي المحدد؛ إذ يشرح لطلاب الكيمياء ويفسر ببساطة الشروط ذات الصلة كيميائياً، والأفكار الرئيسية، وتطبيقات المادة التي تكون معرفة أساسية بالنسبة لأي عالم ممارس، وهذا الكتاب التمهيدي سوف يهتم بكل طلاب العلوم (ومعلميهم).

ريتشارد جي كومبتون
معمل الكيمياء النظرية والفيزيائية
جامعة أكسفورد

تمهيد المؤلفين

تلعب الفيزياء دوراً رئيساً في دراسات الكيمياء طول مدة الجامعة، والفهم الواضح للمفاهيم الأساسية للفيزياء يكون أساساً من أجل تقدير التنوع أو الاختلاف في ظاهرة الكيميائية الفيزيائية المواجهة من انكسار أشعة إكس إلى الرنين المغناطيسي.

يسعى هذا الكتاب التمهيدي إلى تكملة المرحلة الجامعية في الكيمياء عن طريق تغطية هذه المظاهر التي تكون معرفة أساسية من أجل الكيميائيين الممارسين، والكتاب يبدأ بالميكانيكا التقليدية والموجية والكلاسيكية التي تسمح لميكانيكا الكم أن تقدم في مرحلة مبكرة، وغالباً ما تترك ميكانيكا الكم إلى المراحل الأخيرة من مقرر الفيزياء، لكن نشعر أن الطلاب يجب أن يكونوا ملمين بهذه المفاهيم مبكراً قدر المستطاع ؛ لأن ميكانيكا الكم ترتكز كثيراً على نظرية الكيمياء الحديثة .

الأفكار المقدمة في الفصول الأولية تتطور إلى أن تتفق مع موضوعات الفيزياء التقليدية للنظرية الحركية، والكهربية المغناطيسية، والمغناطيسية، وهذه الموضوعات تُغطَّى عن طريق الكيميائي الجامعي بالاعتبار والتركيز على المظاهر الأكثر صلة بالكيمياء. على سبيل المثال، في فصل الكهرباء الساكنة تم دراسة التفاعلات الجزيئية،

وهي موضوعات نادراً ما تناقش في كتب الفيزياء الأساسية، ولقد تمت مناقشة تقنية الرنين المغناطيسي النووي بالتفصيل في فصل المغناطيسية .

علم البصريات يكون غالباً منطقة مهملة في كيمياء المرحلة الجامعية، لكن المعرفة الأساسية الشاملة في هذا المجال ضرورية من أجل الفهم الصحيح لكثير من التقنيات المؤسسة لليزر المستخدمة في الكيمياء الفيزيائية الحديثة.

ومن المؤمل انه بالإضافة إلى أن الكتاب هو من أجل طلاب السنة الأولى في الفيزياء الكيميائيين، إلا أن الكتاب سوف يكون مرجعاً مفيداً للطلاب في كل المراحل لوظائفهم الجامعية.

نحن مدينين لبين باكوسكي الذي أنفق الكثير من وقته الثمين لرسم وتكوين غالبية هذه الأشكال- شكراً لك، ونحن أيضاً نحب أن نشكر روب بيفيرال على القراءة النقدية للكتاب، وهيودج بارى على مراجعة حلول المشاكل.

أخيراً نشكر ريتشار كومبتون على صبره وحماسه طول المشروع.

المؤلفان

المحتويات

إهداء ..... هـ

مقدمة المترجم ..... ز

مقدمة محرر السلسة ..... ك

تمهيد المؤلفين ..... م

الفصل الأول: الميكانيكا التقليدية ١

(١,١) مقدمة..... ١

(١,٢) قوانين نيوتن للحركة ١

(١,٢,١) القانون الأول ١

(١,٢,٢) القانون الثاني..... ٤

(١,٢,٣) القانون الثالث ٦

(١,٣) مثال الحركة: المقذوفات ٧

(١,٤) حفظ كمية الحركة ١٠

(١,٥) الشغل المبذول والطاقة والقدرة ١٣

(١,٥,١) الشغل المبذول ١٣

(١,٥,٢) طاقة الوضع (الطاقة الكامنة) ١٥
(١,٥,٣) طاقة الحركة ١٧
(١,٥,٤) حفظ الطاقة ١٨
(١,٥,٥) القدرة ٢١
(١,٦ المجالات والجهود والاستقرار ٢٢
(١,٧) الحركة الزاوية ٢٦
(١,٧,١) القوى الجاذبة المركزية ٢٦
(١,٧,٢) السرعة الزاوية والتسارع ٢٧
(١,٧,٣) دوران الجسم الصلب ٣٠
(١,٨) حدود الميكانيكا التقليدية ٣٤
(١,٨,١) الميكانيكا النسبية ٣٥
(١,٨,٢) ميكانيكا الكم ٣٩
الفصل الثاني: الموجات والاهتزازات ٤١
(٢,١) مقدمة ٤١
(٢,٢) الحركة التوافقية البسيطة ٤١
(٢,٢,١) الذبذبات الحرة..... ٤٢
(٢,٢,٢) الذبذبات الاضمحلالية ٤٥
(٢,٢,٣) الذبذبات القسرية (الاجبارية) ٤٧
(٢,٣) الذبذبات المقترنة والأنماط الطبيعية ٤٩
(٢,٣,١) الجزيئات ثنائية الذرة والكتل المختزلة..... ٥٠
٢,٣,٢) الجزيء ثلاثي الذرة الخطي ٥١

(٢,٣,٣) تحليل النمط الطبيعي ٥٣
(٢,٤) الحركة الموجية ٥٦
(٢,٤,١) المعادلة الموجية ٥٧
(٢,٤,٢) مبدأ التراكب ٦٠
(٢,٤,٣) الموجات الموقوفة ٦٢
(٢,٤,٢) الضربات (الدقات) ٦٣
الفصل الثالث: ميكانيكا الكم..... ٦٥
(٣,١) مقدمة ٦٥
(٣,٢) بعض الأسرار المبكرة..... ٦٥
(٣,٢,١) طبيعة الضوء..... ٦٥
(٣,٢,٢) طبيعة المادة ٦٧
(٣,٢,٣) كارثة الأشعة فوق البنفسجية..... ٦٩
(٣,٣) الفروض الكمية..... ٧٣
(٣,٣,١) قانون بلانك ٧٣
(٣,٣,٢) السعات الحرارية المولية ٧٥
(٣,٣,٣) التأثير الكهروضوئي..... ٧٩
(٣,٣,٤) تأثير كومبتون..... ٧٩
(٣,٣,٥) طول موجة دي برولي..... ٨٠
(٣,٣,٦) ذرة بوهر ٨١
(٣,٤) الميكانيكا الكمية الأكثر رسمية ٨٢
(٣,٥) جسيم في الصندوق ٨٥

(٣,٦) ميكانيكا الكم النسبية..... ٨٧
(٣,٧) القضايا العالقة لميكانيكا الكم ٨٨
الفصل الرابع: النظرية الحركية للغازات ٩١
(٤,١) مقدمة ٩١
(٤,٢) ضغط الغاز ٩٢
(٤,٣) سرعة ماكسويل- بولتزمان وتوزيعات السرعة ٩٤
(٤,٤) التصادمات ٩٦
(٤,٥) نظرية التصادم ٩٨
(٤,٦) الغازات الحقيقية ١٠٢
(٤,٧) خواص النقل ١٠٥
(٤,٧,١) التدفق ١٠٥
(٤,٧,٢) اللزوجة ١٠٦
(٤,٧,٣) الانتشار ١٠٨
الفصل الخامس: علم الكهرباء الساكنة (المستقرة) ١١٣
(٥,١) مقدمة ١١٣
(٥,٢) قانون كولوم ١١٣
(٥,٣) نموذج بوهر لذرة الهيدروجين ١١٦
(٥,٤) النموذج الأيوني ١١٧
(٥,٥) التفاعلات ثنائية القطب ١١٩
(٥,٥,١) المجال الكهربي والجهد الناتج عن ثنائي القطب الكهربي ١٢٠
(٥,٥,٢) ثنائي القطب الكهربي في مجال كهربي ١٢٣

(٥,٥,٣) تفاعلات ثنائي القطب – ثنائي القطب ١٢٥
(٥,٥,٤) تفاعلات ثنائي القطب /وثنائي القطب المستحث ١٢٦
(٥,٥,٥) تفاعلات ثنائي القطب المستحث/ وثنائي القطب المستحث ١٢٨
(٥,٦) المغناطيسية الساكنة (الإستاتيكا المغناطيسية)..... ١٢٩
الفصل السادس: الكهرومغناطيسية..... ١٣١
(٦,١) مقدمة ١٣١
(٦,٢) القوى المغناطيسية بين عناصر التيار..... ١٣٢
(٦,٢,١) المجال المغناطيسي لعنصر التيار ١٣٣
(٦,٢,٢) الفيض المغناطيسي وكثافة الفيض ١٣٤
(٦,٣) أمثلة ١٣٥
(٦,٣,١) المجالات المغناطيسية الناشئة عن سلك يحمل تياراً..... ١٣٧
(٦,٣,٢) المجال المغناطيسي لحلقة دائرية ١٣٧
(٦,٤) عزم الدوران على حلقة التيار وثنائي القطب المغناطيسي..... ١٣٩
(٦,٥) القوى على الجسيمات المشحونة المعزولة في وجود مجال مغناطيسي ١٤٠
(٦,٥,١) حركة الجسيمات المشحونة في مجالات E وB..... ١٤٢
(٦,٥,٢) تأثير هول..... ١٤٣
(٦,٦) قانون فاراداي ١٤٤
(٦,٦,١) أمثلة ١٤٥
(٦,٧) الخواص المغناطيسية للمواد ١٤٧
(٦,٧,١) مواد بارامغناطيسية (متسامتة التمغنط) ١٤٩
(٦,٧,٢) مواد دايامغناطيسية..... ١٥١

(٦,٧,٣) مواد فرّومغناطيسية..... ١٥٣
(٦,٨) استخدام المجالات المغناطيسية في الدراسات الطيفية ١٥٦
(٦,٨,١) الرنين المغناطيسي النووي (NMR) ١٥٦
(٦,٨,٢) تأثير زيمان ١٥٩
الفصل السابع: البصريات ١٦١
(٧,١) مقدمة ١٦١
(٧,٢) الطاقة وكمية الحركة ١٦٣
(٧,٣) الانعكاس والانكسار ١٦٤
(٧,٣,١) قوانين الانعكاس والانكسار..... ١٦٥
(٧,٣,٢) مبدأ فيرمات ١٧١
(٧,٤) التداخل ١٧٣
(٧,٤,١) تجربة شقي ليونج ١٧٥
(٧,٤,٢) مقياس التداخل لمايكلسون ١٧٦
(٧,٤,٣) التداخل الناشئ من الأفلام الرقيقة..... ١٧٨
(٧,٥) الحيود ١٧٩
(٧,٥,١) الشق الأحادي..... ١٨٠
(٧,٥,٢) الشق المزدوج ١٨٤
(٧,٥,٣) الشقوق الضيقة المتعددة ١٨٥
(٧,٥,٤) محزوزات الحيود..... ١٨٧
(٧,٥,٥) القدرة التحليلية للمحزوز ١٨٨
(٧,٥,٦) تطبيقات الحيود ١٨٩

الملحق ١٩١
ثبت المصطلحات..... ١٩٧
أولاً: عربي- إنجليزي..... ١٩٧
ثانياً: إنجليزي- عربي ٢٠٥
كشاف الموضوعات ٢١٣