



الفيزياء في علم الأحياء والطب

تأليف

Paul Davidovits

ترجمة

د. ليلى صالح بابصيل

أستاذ مساعد - قسم الفيزياء

كلية العلوم - جامعة الملك سعود

د. سوسن حسن الصواف

أستاذ مساعد - قسم الفيزياء

كلية العلوم - جامعة الملك سعود

دار جامعة
الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS



ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح) دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤٠هـ (٢٠١٨م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ديفيدوفيتس، بول

الفيزياء في علم الأحياء والطب / بول ديفيدوفيتس ؛ سوسن حسن الصواف؛ ليلي صالح بابصيل - الرياض، ١٤٤٠هـ.

٤٠١ ص؛ ١٧ سم × ٢٤ سم

ردمك: ٥- ٦٨٤ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الفيزياء أ. الصواف؛ سوسن حسن (مترجم) ب. بابصيل، ليلي صالح (مترجم) ج. العنوان

١٤٤٠/٥٢٤

ديوي ٥٣٠

رقم الإيداع: ١٤٤٠/٥٢٤

ردمك: ٥- ٦٨٤ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Physics in Biology and Medicine

By: Paul Davidovits

© Elsevier Inc., 2013

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السابع عشر للعام الدراسي

١٤٣٧/١٤٣٨هـ، المعقود بتاريخ ١٩/٨/١٤٣٨هـ، الموافق ١٥/٥/٢٠١٧م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة
الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS



شكر

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين يسرنا في الختام أن نتقدم بكل كلمات الشكر الرقيقة المليئة بالمشاعر والأحاسيس الصادقة لكل من

الدكتورة عبير الشمري (كلية العلوم / وكلية قسم الفيزياء - جامعة الملك سعود)

و

الدكتور محمد سهيل العابد (كلية العلوم الطبية التطبيقية - جامعة الملك سعود)

على ما استقطعاه من وقت وبذلاه من جهد في تدقيق الكتاب راجين المولى عز وجل أن يجعل هذا العمل من العلم الذي يُنتفع به. حفظكم الله ورعاكم .

الترجمتان

د.سوسن الصواف و د.ليلي بابصيل

نبذة عن المترجمين

نبذة عن د. سوسن حسن الصواف

د. سوسن حسن الصواف من سوريا مواليد دمشق . حصلت على بكالوريوس الهندسة الإلكترونية من جامعة دمشق ١٩٨٤ و نالت شهادة الدكتوراه في هندسة الليزر -تخصص تطبيقات الليزر من ألمانيا الاتحادية-الميناو و قامت أثناء ذلك بالمساعدة في الإشراف على بعض مشاريع تخرج طلاب البكالوريوس في جامعة الميناو بين ١٩٩٤-١٩٩٨ م وفي عام ١٩٩٩ م - عملت في مركز أبحاث الليزر- كلية الفيزياء-جامعة دمشق- و عملت من ١٩٩٩ إلى ٢٠٠٣ كأستاذ مساعد في جامعة دمشق قسم الهندسة الإلكترونية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية. و تعمل منذ عام ٢٠٠٣ كأستاذ مساعد في المملكة العربية السعودية وذلك في تدريس العديد من مقررات البكالوريوس و في الإشراف على المعامل في قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود . تعاونت مع مؤسسة الملك عبد العزيز ورجاله للموهبة والابداع في برامجها الإثرائية الصيفية للمدارس من عام ٢٠١١-٢٠١٣ و شاركت في تحكيم مشاريع الأولمبياد الوطني للإبداع، كما قامت بتدريب طالبات الأولمبياد الدولي في الفترة من ٢٠١٠ إلى ٢٠١٤ و بإعداد حقيبة لتدريب طلاب الأولمبياد في مادة الكهرومغناطيسية.

نبذة عن د. ليلى بابصيل

د. ليلى بابصيل من مواليد الظهران في المملكة العربية السعودية. حصلت على بكالوريوس الفيزياء من الجامعة الأمريكية في القاهرة ١٩٨٢م تخصص فيزياء . عملت معيدة في جامعة الملك سعود ١٩٨٢م وكانت أول مبعثه لهذا القسم .حصلت على الماجستير عام ١٩٨٨ م من جامعة سايمون فريزر في كندا و في عام ١٩٩٣م نالت شهادة الدكتوراه من جامعة سسكس في المملكة المتحدة. من عام ١٩٩٣- ٢٠١٥م عملت أستاذ مساعد في قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود قامت اثناء ذلك بتدريس العديد من مقررات البكالوريوس. تعاونت مع مؤسسة الملك عبد العزيز ورجاله للموهبة والابداع في برامجها الإثرائية الصيفية للمدارس، كما قامت بتدريب طالبات الأولمبياد الدولي. و شاركت في تحكيم مشاريع الأولمبياد الوطني للإبداع.

مقدمة المترجمتين

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين

يعتبر الكتاب بشكل عام ركيزة أساسية في مجال التطور العلمي، فهو محرّك تفكير و وسيلة اتصال. ويعتبر توافر المعلومات لدى الطلاب نقطة البداية في البحث ومواصلة التحصيل العلمي في مختلف المجالات. لترجمة الكتب إلى اللغة العربية أهمية بالغة في تحسين استيعاب طالبي العلم من أبنائنا وتعزيز فهمهم أكثر للمادة بلغتهم الأم. ولقد أولت الجامعة اهتماماً خاصاً للترجمة، لما وجدته من حاجة المكتبة العربية الماسة إلى كتب علمية متخصصة وإلى حاجة طلابنا بشكل خاص إلى مراجع علمية حديثة متطورة تُمكنهم من المضي قدماً في تحقيق أهدافهم في البحث والرقي أكثر في دفع عجلة تطور البلاد إلى أعلى المستويات.

انطلاقاً من ذلك نقدم لأبنائنا الأعزاء هذا المرجع الفيزياء في علم الأحياء والطب، في طبعته الرابعة والذي هو تمهيد موجز للدراسات الاستقصائية المتعلقة بالفيزياء الأساسية للنظم الحية. تم اختيار هذا الكتاب لما وجدنا فيه من فائدة جمّة في تعزيز مفاهيم الفيزياء في علم الأحياء والطب و كمرجع مهم للطلاب وخاصة الدارسين في مجالات العلوم الطبية والصحية والفيزيائية.

تكمّن أهمية الكتاب في تغطيته لمواضيع في الفيزياء عند تطبيقها على مجالات العلوم الطبيعية بشكل عام والطبية بشكل خاص وغيرها من الحقول الصحية التطبيقية. وفي شموله على العديد من الأشكال، والأمثلة والمسائل التوضيحية، والملاحق التي توفر سهولة الوصول إلى أهم المفاهيم الميكانيكا والكهرباء والبصريات. وفي تقديمه لوصف واضح للأجهزة والتقنيات الطبية مثل التصوير بالرنين المغناطيسي، والأشعة المقطعية وزراعة القوقعة. وفي مناقشته للنظم البيولوجية التي يمكن تحليلها كميّاً.

نالت الطبعة الثانية لهذا الكتاب "الفيزياء في علم الأحياء والطب" جائزة ألفا سيغما نو للكتاب لعام ٢٠٠٣ في تخصصات العلوم الطبيعية.

ولقد اعتمدنا في ترجمة الكتاب على المعجم الموحد للمصطلحات العلمية بالإضافة إلى الاجتهاد في وضع مصطلحات جديدة لم نجدها في المعجم وكلنا أمل أن نكون بعون الله وفضله قد وفقنا في تقديم ما يساعد على رفع التحصيل العلمي للطلاب العرب في كل مكان وفي رفد المكتبة العربية بما يعزز من شأنها ويرفع من مكانتها العلمية والمعرفية والله ولي التوفيق.

وفي الختام نتمنى من الله أن نكون قد وفقنا في هذا الاختيار وأن يكون هذا الكتاب إضافة نوعية متميزة للمكتبة العربية.

المرجمتان

د.سوسن الصواف و د.ليل بابصيل

توهيد

Perface

لم يكن معروفاً حتى منتصف القرن التاسع عشر ميلادي إلى أي مدى تنطبق قوانين الفيزياء والكيمياء على المواد الحية إذ أن هذه القوانين صيغت للجوامد. وكان واضحاً بالتأكيد أن هذه القوانين تُطبق على الأجسام الكبيرة. تتبع الحيوانات نفس قوانين الحركة التي تتبعها الأجسام غير العضوية بشكل واضح. وكان السؤال الذي طُرح، إلى أي مدى يعود الانطباق. فالخلية الحية معقدة جداً حتى أن الفيروس والذي هو واحد من أبسط الخلايا الحية يتكون من ملايين الذرات التي تتفاعل سوياً. تحوي الخلية وسطياً والتي هي اللبنة الأساسية لتكوين الأنسجة على ١٠ ذرة. أن الكائنات الحية لها خصائص غير خصائص الجوامد فهي؛ تكبر، وتتكاثر، وتضمحل. وهذه الظواهر مختلفة كثيراً عن الخصائص المتوقعة للجوامد. واعتقد علماء القرن التاسع عشر أن هناك قوانين أخرى تحكم هيكلية وتنظيم الجزيئات في المواد الحية، حتى طبيعة الجزيئات العضوية كان مصدر تساؤل. فالجزيئات العضوية بشكل عام أكبر بكثير وأكثر تعقيداً من جزيئات المواد غير العضوية. كان يعتقد أن هذه الجزيئات الكبيرة تنتج فقط بواسطة الكائنات الحية من خلال "قوة حيوية" "vital force" والتي لم تستطع قوانين الفيزياء المكتشفة في ذلك الحين تفسيرها. في عام ١٨٨٢ م تم دحض هذه الأفكار عندما ركّب فريدريش فولر (Friedrich Wöhler) مادة عضوية، البولة urea، من كيمياء غير عضوية. توأى بعدها تركيب جزيئات عضوية كثيرة دون تدخل كائنات حيوية. لا يعتقد العلماء الآن بوجود قوة حيوية تكمن في المواد العضوية. فالكائنات الحية تتبع قوانين الفيزياء في جميع مستوياتها.

توجه مزيد من البحث البيولوجي خلال القرن الماضي لفهم النظم الحية بدلالة قوانين الفيزياء الأساسية. تكللت هذه الجهود بنجاح مؤثر. تم تحديد التركيب الذري لكثير من الجزيئات الحيوية المعقدة ووصف دورها في النظم الحية. وأضحى بالإمكان الآن تفسير دور هذه الخلايا وكثير من تفاعلاتها مع بعضها البعض إلا أن العمل لا يزال بعيداً عن الاكتمال. حتى بعد أن يكون تركيب هذه الجزيئات المعقدة معروفاً فإنه من غير الممكن في الوقت الحالي التنبؤ بوظائفها. فميكانيكية الخلايا في

التغذية، والنمو، والتكاثر، والتواصل مفهومة وصغيا فقط. كثير من الأسئلة الأساسية في الأحياء ليس لها أجوبة. كما أنه إلى الآن لم تظهر الأبحاث الحيوية تعارض مع قوانين الفيزياء. فالخصائص المدهشة للحياة تبدو أنها نتيجة ترتيب شديد التعقيد في هذه النظم الحيوية.

الهدف من هذا الكتاب هو تحديد العلاقة بين النظم الحية وبعض المفاهيم في الفيزياء. يتبع هذا الكتاب في عمومها المواضيع التي تعالج في كتب الفيزياء الأساسية للمستوى الجامعي. والمواضيع المطروحة هي: ميكانيكا الأجسام، وميكانيكا الموائع، والديناميكا الحرارية، والصوت، والكهرباء، والبصريات، والفيزياء الذرية والنوية.

يحتوي كل فصل على موجز للخلفية الفيزيائية، ولكن أغلب الكتاب مخصص لتطبيقات الفيزياء في الأحياء والطب. ولا يوجد توقع لمعرفة مسبقة بعلم الأحياء. فالنظم الحيوية المطروحة للنقاش توصف بالتفاصيل الضرورية لفهم التحليل الفيزيائي. يكون التحليل كمي كلما كان ذلك ممكناً وتطلب استخدام معادلات الجبر وعلم المثلثات الأساسية.

كثير من النظم الحيوية نستطيع تحليلها كميًا، وبعض الأمثلة سوف توضّح ذلك النهج. ففي موضوع الميكانيكا نحسب القوة التي تؤثر بها العضلات. كما نخبر أقصى صدمة على الجسم دون حدوث إصابة. ثم نحسب أعلى ارتفاع يصل إليه الإنسان عندما يقفز وناقش تأثير حجم الحيوان على مقدار سرعته. وندرس في الموائع دوران الدم في الجسم كميًا. كما تسمح لنا نظرية الموائع بعمل حسابات على دور الانتشار في وظائف الخلايا، وتأثير التوتر السطحي على نمو النباتات في التربة. نستخدم مبادئ الكهرباء لتحليل الإشارات التي تمر في النظام العصبي كميًا. تحوي جميع فقرات الكتاب مسائل تستكشف وتوسع فهم هذه المبادئ.

بالطبع هناك معوقات كبيرة لتطبيق التحليل الفيزيائي الكمي للنظم الحيوية وهذه سوف يتم مناقشتها.

كثير من التطورات التي حدثت في العلوم الحيوية استعاننا بآليات عمل من الفيزياء والهندسة لدراسة هذه النظم الحية. بعض هذه الآليات سوف تناقش في الفقرات المناسبة لها في هذا الكتاب. في هذه الطبعة الجديدة تم الاستمرار في التحديث وتضمنت مناقشة على مجهر القوة الذرية، واستخدام الليزر في التشخيص الطبي، وتطبيق تقنية عمل النانو في الأحياء والطب.

وبالنسبة للوحدات المستخدمة: فمع أن أغلب كتب الفيزياء والكيمياء تستخدم الوحدات الدولية (MKS, International System of units SI). إلا أنه في الواقع مازالت نظم أخرى تُستخدم. ومثال على ذلك وحدة الضغط الدولية الباسكال (نيوتن/متر²) (N/m²). ولكن الاستخدام الشائع

و الأديبات العلمية تُعبّر عن الضغط بوحدات آل (داين/ستمتراً²) dyne/cm^2 ، و آل تور (مليمتراً) Torr (مليمتراً زئبقي) (mmHg)، و آل (باوند ثقلي في البوصة المربعة) psi، و آل (ضغط جوي) atm. استخدمت في هذا الكتاب أغلب الأحيان الوحدات الدولية و وحدات أخرى عندما أملى علي استخدامها الشائع، و عند استخدام الوحدات الأخرى تم اعطاء معامل التحويل في النص أو في الملحق أ و الذي تم تجميعها فيه.

شكرت في الطبعة الأولى الأشخاص التالية أسمائهم L.K. Stark، M.D. Egger، W. Chameides، J. Taplitz، لمساعدتهم و تشجيعهم لي في الطبعة الثانية شكرت الأستاذ آر. ك. هوبي Prof. R. K. Hobbie و ديفيد سينابرو و David Cinabro لقراءتها المخطوطة و اقتراحاتها المفيدة. كما أعرب في الطبعة الرابعة عن شكري و تسجيل امتناني إلى الأستاذ بيير آرنيه ريكفولد Prof. Per Arne Rikvold لقراءته المتأنية للنص و تعليقاته المهمة. كما أود أن أشكر باتريشيا أوسبورن Patricia Osborn و كارولين جنسون Caroline Johnson محررا للناشر الزفير\المطبعة الأكاديمية Elsevier/Academic لمساعدتها الكبيرة في تحضير الطبعة الرابعة المنقحة من هذا الكتاب.

بول ديشيدوفيتس Paul Davidovits

تشيسنات هيل، ماساتشوستس Chestnut Hill, Massachusetts

ديسمبر ٢٠١٢

المحتويات

CONTENTS

هـ	شكر
ز	نبذة عن المترجمتين
ط	مقدمة المترجمتين
ك	تمهيد
ظ	الاختصارات
١	الفصل الأول: القوى الساكنة
٢	(١, ١) التوازن والاستقرار
٣	(١, ٢) اعتبارات التوازن لجسم الإنسان
٥	(١, ٣) استقرار الجسم البشري تحت تأثير قوة خارجية
٨	(١, ٤) عضلات الهيكل العظمي
٩	(١, ٥) الروافع
١١	(١, ٦) المرفق
١٥	(١, ٧) الورك
١٧	(١, ٧, ١) العرج
١٧	(١, ٨) الظهر
١٩	(١, ٩) الوقوف على طرف قدم واحدة

- ٢٠ الجوانب الحركية للوضعية (١, ١٠)
- ٢١ تمارين
- ٢٣ الفصل الثاني: الاحتكاك
- ٢٥ (٢, ١) الوقوف على المنحدر
- ٢٧ (٢, ٢) الاحتكاك في مفصل الورك
- ٢٨ (٢, ٣) زعنة العمود الفقري لسمكة السلور
- ٢٩ تمارين
- ٣١ الفصل الثالث: الحركة الانزاحية
- ٣٢ (٣, ١) الوثب العمودي
- ٣٦ (٣, ٢) تأثير الجاذبية على الوثب العمودي
- ٣٦ (٣, ٣) الوثب العالي بالجري
- ٣٧ (٣, ٤) مدى قذيفة
- ٣٨ (٣, ٥) الوثب الطويل دون ركض
- ٣٩ (٣, ٦) الوثب الطويل بدءاً من الركض (الوثب الطويل)
- ٤٠ (٣, ٧) الحركة في الهواء
- ٤٢ (٣, ٨) الطاقة المستهلكة في النشاط البدني
- ٤٣ تمارين
- ٤٥ الفصل الرابع: الحركة الزاوية
- ٤٥ (٤, ١) القوى المؤثرة على مسار منحني
- ٤٧ (٤, ٢) عداء على مسار منحني
- ٤٨ (٤, ٣) البندول
- ٥٠ (٤, ٤) المشي

٥١	..... البندول الفيزيائي (٤, ٥)
٥٢	..... سرعة المشي والجري (٤, ٦)
٥٤	..... الطاقة المبذولة في الجري (٤, ٧)
٥٦	..... منظور بديل للمشي والجري (٤, ٨)
٥٨	..... حمل الأثقال (٤, ٩)
٥٩	..... تمارين
٦١	..... الفصل الخامس: مرونة وصلابة المواد
٦١	..... التمدد والانضغاط الطولي (٥, ١)
٦٢	..... النابض (٥, ٢)
٦٤	..... انكسار العظام: الاعتبارات المتعلقة بالطاقة (٥, ٣)
٦٥	..... قوى الدفع (٥, ٤)
٦٦	..... الكسر عند السقوط: اعتبارات قوة الدفع (٥, ٥)
٦٨	..... وسادات هوائية: أجهزة حماية من الاصطدامات قابلة للنفخ (٥, ٦)
٦٩	..... إصابة الرقبة (٥, ٧)
٧٠	..... السقوط من ارتفاع كبير (٥, ٨)
٧٠	..... تصلب المفاصل والرياضة (٥, ٩)
٧١	..... تمارين
٧٣	..... الفصل السادس: طيران الحشرات
٧٣	..... التحليق في الطيران (٦, ١)
٧٥	..... عضلات أجنحة الحشرات (٦, ٢)
٧٧	..... القدرة المطلوبة للتحليق (٦, ٣)
٧٨	..... الطاقة الحركية للجناحين عند الطيران (٦, ٤)
٧٩	..... مرونة الأجنحة (٦, ٥)
٨٠	..... تمارين

٨٣	..... الفصل السابع: الموائع
٨٣	..... (٧, ١) القوة و الضغط في مائع
٨٤	..... (٧, ٢) مبدأ باسكال
٨٥	..... (٧, ٣) الهيكل الهيدروستاتيكي
٨٧	..... (٧, ٤) مبدأ أرخيدس
٨٨	..... (٧, ٥) القدرة المطلوبة للبقاء طافياً
٨٩	..... (٧, ٦) طفو الحيوانات المائية
٩٠	..... (٧, ٧) التوتر السطحي
٩٣	..... (٧, ٨) مياه التربة
٩٤	..... (٧, ٩) تَنْقَل الحشرات على الماء
٩٦	..... (٧, ١٠) تقلص العضلات
٩٨	..... (٧, ١١) جزئيات فاعلة بالسطح
١٠٠	..... تمارين
١٠٣	..... الفصل الثامن: حركة الموائع
١٠٣	..... (٨, ١) معادلة برنولي
١٠٤	..... (٨, ٢) اللزوجة وقانون بويز
١٠٦	..... (٨, ٣) التدفق المضطرب
١٠٧	..... (٨, ٤) الدورة الدموية
١٠٩	..... (٨, ٥) ضغط الدم
١١١	..... (٨, ٦) التحكم في تدفق الدم
١١٢	..... (٨, ٧) دراسة الطاقة في تدفق الدم
١١٣	..... (٨, ٨) الاضطراب في الدم
١١٣	..... (٨, ٩) تصلب الشرايين وتدفق الدم

المحتويات

ق

- ١١٥ القدرة التي ينتجها القلب (٨, ١٠)
- ١١٥ قياس ضغط الدم (٨, ١١)
- ١١٦ تمارين
- ١١٩ الفصل التاسع: كمية الحرارة والنظرية الحركية
- ١١٩ (٩, ١) كمية الحرارة والسخونة
- ١١٩ (٩, ٢) النظرية الحركية للمواد
- ١٢٢ (٩, ٣) التعاريف
- ١٢٢ (٩, ٣, ١) وحدة كمية الحرارة
- ١٢٢ (٩, ٣, ٢) الحرارة النوعية
- ١٢٣ (٩, ٣, ٣) الحرارة الكامنة
- ١٢٣ (٩, ٤) انتقال الحرارة
- ١٢٣ (٩, ٤, ١) التوصيل
- ١٢٥ (٩, ٤, ٢) الحمل الحراري
- ١٢٦ (٩, ٤, ٣) الإشعاع
- ١٢٧ (٩, ٤, ٤) الانتشار
- ١٢٩ (٩, ٥) نقل الجزيئات بالانتشار
- ١٣١ (٩, ٦) الانتشار خلال الأغشية
- ١٣٣ (٩, ٧) الجهاز التنفسي
- ١٣٥ (٩, ٨) الجزيئات الفاعلة بالسطح والتنفس
- ١٣٦ (٩, ٩) الانتشار والعدسات اللاصقة
- ١٣٧ تمارين
- ١٣٩ الفصل العاشر: الديناميكا الحرارية
- ١٣٩ (١٠, ١) القانون الأول للديناميكا الحرارية
- ١٤١ (١٠, ٢) القانون الثاني في الديناميكا الحرارية

- ١٤٢ الفرق بين كمية الحرارة والأشكال الأخرى من الطاقة. (١٠, ٣)
- ١٤٥ الديناميكا الحرارية للنظم الحيوية. (١٠, ٤)
- ١٤٨ المعلومات والقانون الثاني. (١٠, ٥)
- ١٤٩ تمارين
- ١٥١ الفصل الحادي عشر: الحرارة والحياة.
- ١٥٢ (١١, ١) متطلبات الطاقة للأشخاص
- ١٥٣ (١١, ١, ١) معدل الأيض الأساسي ومقاس الجسم
- ١٥٥ (١١, ٢) الطاقة الناتجة من الطعام
- ١٥٨ (١١, ٣) تنظيم درجة حرارة الجسم
- ١٦٠ (١١, ٤) التحكم في درجة حرارة الجلد
- ١٦٠ (١١, ٥) الحمل الحراري
- ١٦٢ (١١, ٦) الإشعاع
- ١٦٢ (١١, ٧) التسخين الإشعاعي بواسطة الشمس
- ١٦٤ (١١, ٨) التبخر
- ١٦٦ (١١, ٩) مقاومة البرد
- ١٦٧ (١١, ١٠) الحرارة والترية
- ١٦٩ تمارين
- ١٧٣ الفصل الثاني عشر: الأمواج والصوت
- ١٧٣ (١٢, ١) خواص الصوت
- ١٧٦ (١٢, ٢) بعض خصائص الموجات
- ١٧٦ (١٢, ٢, ١) الانعكاس والانكسار
- ١٧٨ (١٢, ٢, ٢) التداخل
- ١٧٨ (١٢, ٢, ٣) الحيود

١٧٩	..... (١٢, ٣) السمع والأذن
١٨٢	..... (١٢, ٣, ١) أداء الأذن
١٨٣	..... (١٢, ٣, ٢) التردد ونبرة الصوت
١٨٤	..... (١٢, ٣, ٣) الشدة والجهازة
١٨٧	..... (١٢, ٤) الخفافيش والصدى
١٨٨	..... (١٢, ٥) الأصوات التي تصدرها الحيوانات
١٨٨	..... (١٢, ٦) المصائد الصوتية
١٨٩	..... (١٢, ٧) الاستخدامات الطبية للصوت
١٨٩	..... (١٢, ٨) الموجات فوق الصوتية
١٩٠	..... تمارين
١٩٣	..... الفصل الثالث عشر: الكهرباء
١٩٣	..... (١٣, ١) الجهاز العصبي
١٩٤	..... (١٣, ١, ١) العَصْبُون
١٩٦	..... (١٣, ١, ٢) الجهود الكهربائية في المحور العصبي
١٩٧	..... (١٣, ١, ٣) جهد الفعل
١٩٩	..... (١٣, ١, ٤) المحور العصبي كناقل كهربائي محوري
٢٠١	..... (١٣, ١, ٥) انتشار جهد الفعل
٢٠٣	..... (١٣, ١, ٦) تحليل دائرة المحور العصبي
٢٠٦	..... (١٣, ١, ٧) النقل العصبي
٢٠٧	..... (١٣, ١, ٨) جهود الفعل في العضلات
٢٠٨	..... (١٣, ١, ٩) الجهود السطحية
٢٠٩	..... (١٣, ٢) الكهرباء في النباتات
٢٠٩	..... (١٣, ٣) الكهرباء في العظام
٢١١	..... (١٣, ٤) السمك الكهربائي
٢١١	..... تمارين

٢١٣	..... الفصل الرابع عشر: التقنية الكهربائية.
٢١٣	..... (١٤, ١) التقنية الكهربائية في الأبحاث الحيوية.
٢١٥	..... (١٤, ٢) الأجهزة التشخيصية.
٢١٥	..... (١٤, ٢, ١) جهاز تخطيط كهربائية القلب.
٢١٧	..... (١٤, ٢, ٢) جهاز تخطيط كهربائية الدماغ.
٢١٨	..... (١٤, ٣) تأثير الكهرباء في وظائف الأعضاء.
٢١٩	..... (١٤, ٤) أنظمة التحكم.
٢٢١	..... (١٤, ٥) التغذية الراجعة.
٢٢٤	..... (١٤, ٦) المساعدات الحسية.
٢٢٥	..... (١٤, ٦, ١) المساعدات السمعية.
٢٢٥	..... (١٤, ٦, ٢) زراعة القوقعة.
٢٢٧	..... تمارين.
٢٢٩	..... الفصل الخامس عشر: البصرات.
٢٢٩	..... (١٥, ١) الإبصار.
٢٣٠	..... (١٥, ٢) طبيعة الضوء.
٢٣٠	..... (١٥, ٣) بنية العين.
٢٣١	..... (١٥, ٤) التكيف.
٢٣٢	..... (١٥, ٥) العين والكاميرا.
٢٣٣	..... (١٥, ٥, ١) فتحة العين وعمق المجال.
٢٣٤	..... (١٥, ٦) نظام عدسة العين.
٢٣٥	..... (١٥, ٧) العين المصغرة.
٢٣٧	..... (١٥, ٨) شبكية العين.
٢٣٨	..... (١٥, ٩) قدرة العين على التمييز.
٢٤٠	..... (١٥, ١٠) عتبة الإبصار.

المحتويات

ث

٢٤١	..... الإبصار والنظام العصبي..... (١٥, ١١)
٢٤٢	..... عيوب في الإبصار..... (١٥, ١٢)
٢٤٣	..... عدسة لِقْصُر البصر..... (١٥, ١٣)
٢٤٤	..... عدسة للإبصار الشيخوخي و لمد البصر..... (١٥, ١٤)
٢٤٤	..... تمديد البصر..... (١٥, ١٥)
٢٤٥	..... المنظار..... (١٥, ١٥, ١)
٢٤٦	..... المجهر..... (١٥, ١٥, ٢)
٢٤٧	..... الفحص بالمجهر متحد البؤرة..... (١٥, ١٥, ٣)
٢٥١	..... الألياف البصرية..... (١٥, ١٥, ٤)
٢٥٢	..... تمارين.....
٢٥٥	..... الفصل السادس عشر: الفيزياء الذرية.....
٢٥٥	..... الذرة..... (١٦, ١)
٢٦٠	..... التحليل الطيفي..... (١٦, ٢)
٢٦٢	..... ميكانيكا الكم..... (١٦, ٣)
٢٦٣	..... المجهر الإلكتروني..... (١٦, ٤)
٢٦٤	..... الأشعة السينية..... (١٦, ٥)
٢٦٦	..... التصوير المقطعي المحوسب بالأشعة السينية..... (١٦, ٦)
٢٦٧	..... الليزر..... (١٦, ٧)
٢٦٩	..... جراحة الليزر..... (١٦, ٧, ١)
٢٧١	..... الليزر في التصوير الطبي..... (١٦, ٧, ٢)
٢٧٢	..... الليزر في التشخيص الطبي..... (١٦, ٧, ٣)
٢٧٣	..... مجهر القوة الذرية..... (١٦, ٨)
٢٧٤	..... تمارين.....

٢٧٧	..... الفصل السابع عشر: الفيزياء النووية.
٢٧٧	..... (١٧, ١) النواة.
٢٧٨	..... (١٧, ٢) التصوير بالرنين المغناطيسي.
٢٧٩	..... (١٧, ٢, ١) الرنين النووي المغناطيسي.
٢٨٤	..... (١٧, ٢, ٢) التصوير بالرنين المغناطيسي النووي.
٢٨٧	..... (١٧, ٢, ٣) التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي.
٢٨٨	..... (١٧, ٣) العلاج الإشعاعي.
٢٨٩	..... (١٧, ٤) حفظ الأغذية عن طريق الإشعاع.
٢٩٠	..... (١٧, ٥) النظائر الكاشفة.
٢٩١	..... (١٧, ٦) قوانين الفيزياء والحياة.
٢٩٤	..... تمارين
٢٩٥	..... الفصل الثامن عشر: تقنية النانو في علم الأحياء والطب.
٢٩٥	..... (١٨, ١) التراكيب النانوية.
٢٩٥	..... (١٨, ٢) التقنية النانوية.
٢٩٦	..... (١٨, ٣) بعض خصائص البنى النانوية.
٢٩٧	..... (١٨, ٣, ١) الخصائص البصرية لجسيمات النانو المعدنية.
٢٩٨	..... (١٨, ٣, ٢) الخصائص السطحية لجسيمات النانو المعدنية.
٢٩٨	..... (١٨, ٣, ٣) أسطح نانوية البنية الشغوفة الفائقة للماء.
٣٠٠	..... (١٨, ٤) التطبيقات الطبية لتقنية النانو.
٣٠٠	..... (١٨, ٤, ١) جسيمات نانوية كحساسات حيوية.
٣٠١	..... (١٨, ٤, ٢) تقنية النانو في علاج السرطان.
٣٠٢	..... (١٨, ٤, ٣) التسخين السلبي الموجّه للأورام.
٣٠٣	..... (١٨, ٤, ٤) التوصيل الموجّه للدواء.
٣٠٣	..... (١٨, ٤, ٥) جسيمات الفضة النانوية في الطب.

المحتويات

ذ

٣٠٥	..... (١٨, ٥) المخاوف من استخدام الجسيمات النانوية في المنتجات الاستهلاكية
٣٠٦	..... تمارين
٣٠٩	..... الملحق أ: مفاهيم أساسية في الميكانيكا
٣٢٥	..... الملحق ب: مراجعة الكهرباء
٣٣٣	..... الملحق ج: مراجعة للبصريات
٣٤٣	..... المراجع
٣٥١	..... إجابات التمارين العديدة
٣٥٧	..... ثبت المصطلحات
٣٥٧	..... أولاً: عربي - إنجليزي
٣٧٠	..... ثانياً: إنجليزي - عربي
٣٨٣	..... كشف الموضوعات
٤٠١	..... ملاحظة على دليل الحل للمدرس