الفيزياء الكلاسيكيّة والحديثة

المجلّد الثاني

تأليف

كينيث و. فورد

معهد نيومكسيكو للتعدين والتكنولوجيا

ترجمة

الدكتور عمر حسن الشيخ

كلية التربية، الجامعة الأردنية

الدكتور محمود الكوفحي

كلية العلوم، جامعة اليرموك

الدكتور عبدالجواد أبو الهيجا

كلية العلوم، الجامعة الأردنية

راجعه وأشرف على إخراجه

الدكتور عمر حسن الشيخ

منشورات مجمع اللغة العربية الاردني

١٤٠٧هـ — ١٩٨٧م

مُقدّمة المُؤلّف

هذا هو المجلدُ الثاني لكتابٍ من ثلاثةِ مجلداتٍ لطلبةِ العلوم والهندسة. والمجلدان ١و٢ اللذان يتوافران في طبعةٍ مُجمّعةٍ وأيضاً كمُجلّدين منفصلين، يغطّيان مجالاتِ الفيزياءِ الكلاسيكيةِ كما يُقدّمان بعضَ أفكارِ الفيزياءِ الحديثة. ويمكنُ للمجلدِ الثالثِ ان يُستَعمَلَ ككتابٍ دراسيٍّ لمساقٍ فصليٍّ في الفيزياءِ الحديثة. وثمّةَ طرقٌ أُخرى يمكنُ بها إستخدامُ المجلداتِ الثلاثةِ. فبحذفِ العديد من أجزاءِ الفصولِ، وربما بحذفِ بعضِ الفصولِ الكاملة، يمكنُ للكتابِ بأكملهِ أن يلبّيَ حاجاتِ مساقٍ سنويٍّ يشملُ معا الفيزياءَ الكلاسيكيةَ والحديثة. وفي حالةِ مُعالجةِ موضوعاتِ الكتابِ على مَهَلٍ، فقد توفّر المجلدات الثلاثة مقدّمةً تفصيليةً للفيزياءِ تمتدُّ على مدى سنتين دراسيتين. هذا، وقد حاولتُ أن يأتيَ الكتابُ كُلاً متماسكاً مع احتوائهِ في الوقتِ نفسهِ على اجزاءٍ مستقلةٍ عن بعضِها بعضاً بصورةٍ كافيةٍ، ممّا يسمَحُ بمرونةٍ بالغةٍ في طريقةِ استخدامهِ. اما أجزاءُ المجلداتِ فهي على النحو التالي:

المجلد ١
- ٠١ مدخل الى الفيزياء.
- ٠٢ الرياضيات.
- ٠٣ الميكانيك.

المجلد ٢
- ٠٤ الديناميك الحراري
- ٠٥ الكهرومغناطيسية.

المجلد ٣
- ٠٦ النسبية.
- ٠٧ الميكانيك الكوانتي.

أمّا الملاحقُ والفهرسُ فصُمّمَتْ لتعينَ على جَعْلِ المجلداتِ مفيدةً للطالبِ كمراجعَ يتعدّى استخدامُها مدةَ دراسةِ مساقٍ واحد.

وعلى الأرجحِ، فإنّ كُلَّ مؤلّفٍ يتصوّرُ نوعاً معيناً من الطلبةِ يَكْتُبُ لهم. أمّا طالبي النموذجيُّ فقد أتمَّ دراسةَ فيزياءِ

المرحلةِ الثانويةِ، وهو يدرسُ الآنَ التفاضلَ والتكاملَ في آنٍ واحدٍ مع الفيزياءِ المقررة للسنتينْ الأوليين في الجامعة. وهو طالبٌ جادٌّ، لكنه ليس بالضرورةِ طالباً موهوباً، وهو مهتمٌ بالأفكارِ وبالمهاراتِ التقنية أيضاً، وهوَ يتعلمُ على الوجهِ الأمثلِ عندما تُسْتكملُ الاشتقاقاتُ الرياضيةُ بتوضيحٍ لفظيٍّ وأمثلةٍ فيزيائية. وَما يتطلبهُ هذا الكتابُ من الطالبِ من قدراتٍ عقلية، يماثلُ ما يتطلَّبهُ الكتابُ الشائعُ للمؤلفينْ هاليداي ورزنيك Halliday and Resnick * ، بيدَ أنه يقلُّ عما يتطلبهُ مساقُ بيركلي للفيزياءِ Berkeley Physics Course + أو سلسلةُ الفيزياءِ التمهيديةِ لمعهدِ ماساشوستس التكنولوجي: M.I.T. Introductory Physics Series**.

وفي الاصلِ، كان يُتوقَّعُ لهذا الكتابِ أن يكونَ طبعةَ تفاضلٍ وتكاملٍ calculus version لكتابيَ السّابق: الفيزياءِ الأساسيّة Basic Physics §. إلا أنَّ الكتابَ في شكلهِ الحاليِّ المنشورِ بعد أن مرَّ بعدةِ مراحلَ تطوُّريةٍ من الكتابةِ واعادةِ الكتابة، والحذفِ والاضافةِ، يمتازُ عن الكتابِ الاولِ من عدةِ أوجهٍ، علاوَةً على مستواه في الرياضيات.

ومن الخصائصِ الأساسيةِ لهذا الكتابِ ما يلي: (١) لقد حاولت تقديمَ عرضٍ موحَّدٍ للفيزياءِ الكلاسيكيةِ والحديثةِ معا. ومع أنَّ القسمينِ الاخيرينْ من الكتابِ قد خُصِّصا لعرضِ التطوراتِ النظريّةِ للنسبيّةِ والفيزياءِ الحديثة، إلاّ أنَّ بعضَ الافكارِ (كتحويلِ الكتلةِ إلى طاقةٍ، والحدِّ الأقصى للسرعةِ في الطبيعة) قد أُدخلت مبكِّراً، وغالباً ما اسْتُخْدمت أمثلةٌ حديثة في توضيحِ بعضِ القوانينِ الكلاسيكية. (٢) تُوفِّرُ سلسلةٌ من الفصولِ التمهيديةِ الوقتَ للطالبِ لتنضجَ بعضَ الشيءِ وجهةُ نظره في الفيزياءِ ومقدرتُه في الرياضيات، وذلك قبلَ تناولِ تعقيداتِ الميكانيكِ الكلاسيكية. (٣) أُدخِلَتْ أفكارُ التفاضلِ والتكامل (في الفصلِ الخامس) بشكلٍ أوسعَ نوعاً ما مما هي عليه في معظمِ كتبِ الفيزياءِ الاخرى. (٤) لقد حاولت أن أتخذَ طريقاً في علمِ الفيزياءِ يُبقي الطالبَ على صلةٍ بالنظرةِ الواسعةِ الى هذا العلمِ المتمثلةِ في اقتصادِ مفاهيمهِ وبساطتِها، وروعةِ بنيانهِ الكلي، في نفسِ الوقتِ الذي يُنمّي فيه الطالبُ مهاراته العمليةَ ويصقلُ قدرتَه على حلِّ المشكلات. (٥) وكمعينٍ على الدراسةِ والمراجعةِ قُسِّمَ الكتابُ إلى عددٍ كبيرٍ من أجزاءِ الفصولِ وبنودِها. أما الملاحظاتُ الهامشيةُ فتُبرِزُ الأفكارَ الرئيسةَ والمعادلاتِ الهامّة، كما أنَّ هنالك خلاصةً بالافكارِ والتعاريفِ تَظْهَرُ في نهايةِ كلِّ فصل. (٦) وقد حاولت أنْ أُظْهِرَ الإثارةَ في الفيزياءِ كفرعٍ معرفيٍّ حَيٍّ متطورٍ، فعّالٍ، لم يكتملْ بَعْدُ. ويشتملُ الكتابُ على قدرٍ محدودٍ من المادَّةِ التاريخية، وقد أوليتهُ بعضَ الحرصِ، وآملُ أن يكونَ معظمهُ تاريخاً صَحيحاً لا خُرافةً من الخرافات.

---

* David Halliday and Robert Resnick, **Physics** (New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966).

\+ **The Berkely Physics Course,** a five-volume series by various authors (New York: McGraw-Hill Book Co.).

** **The M.I.T. Introductory Physics Series,** six volumes by A.P. French (New York: W.W.Norton and Co.).

§ Xerox College Publishing, 1968

ويُقْصَدُ من «الملاحظاتِ على الكتاب» التي تبدأُ في الصفحةِ هـ أن تكونَ دليلاً مختصراً لمدرّسِ المادة. ويمكنُ تشجيعُ الطلبة، ايضا، على قراءةِ هذه الملاحظات. وكمعينٍ على استخدامِ المادةِ بشكلٍ انتقائيٍّ، عُلِّمت بعضُ اجزاءِ الفصولِ وبنودِها بالعلامة (★) للدلالةِ على أنها اختيارية. وقد وُضِعت هذه العلامةُ لها إما لكونها اصعبَ من المتوسطِ أو لأنها خارجةٌ عن العرضِ الاساسيِّ للفصلِ المعني. وبالطبعِ فإنّ تعيينَ المادةِ الاختياريةِ على هذا النحو هو بالضرورةِ أمرٌ اعتباطيٌّ نوعاً ما. فلمعظمِ المدرّسين أفكارُهم الخاصةُ في أيةِ مادةٍ تعطى للطلبةِ وأيةِ مادةٍ تُحْذَفُ، ولذلك فان الاجزاءَ المعلّمةَ بالنجومِ هي مُجَرَّدُ اقتراحاتٍ أولية.

وتظهرُ في نهايةِ كلِّ فصلٍ أسئلةٌ، وتمارينُ، ومسائل. أما **الأسئلةُ**، عدا القليلَ منها، فيُجابُ عنها إنشاءً بالكلام، وقُصِدَ من معظمِها أن تثيرَ التفكيرَ، وقد لا يكونُ لها جوابٌ صحيحٌ محدد. وفضلاً عن ذلك فإنَّ بعضَها صعب. وقُصِدَ من التمارينِ أن تكونَ فحصاً مباشراً لِفَهْمِ مادةِ الفصل من دون أيةِ مواراباتٍ خاصةٍ أو نقاطٍ خفيةٍ دقيقة. وتشتملُ التمارينُ على أعمالٍ حسابيةٍ بالإضافةِ الى استخدامِ الجبر وبعضِ التفاضل والتكامل. وغالباً ما يَسألُ التمرينُ الواحدُ عن تفسيرٍ مختصرٍ علاوةً على النتيجةِ الكمية. أما **المسائلُ** فهي إجمالاً أكثرُ تحدياً. وقد تكونُ على صورةِ تمارينَ صعبةٍ، وقد ترتكزُ على مادةٍ معروضةٍ في اكثرَ من جزءٍ، أو قد تُبنى على مادةِ الكتابِ إلا أنها تتعداها بعضَ الشيء. ان عددَ الاسئلةِ والتمارينِ والمسائلِ المشمولةِ في الفصولِ كبير، وهو أكبرُ بكثيرٍ من العددِ الذي يُعْطى عادةً في مساقٍ واحد. أما الغرضُ من توفيرِ هذا العددِ الكبيرِ فهو تلبيةُ حاجاتِ وأذواقِ المدرسين المختلفين، وتمكينُ الطالبِ من التدربِ على تلك الفقراتِ التي لم تُعَيَّنْ له في شكلِ واجبات، وكذلك تمكينُ المدرسِ، إذا رغب في ذلك، من اختيارِ أسئلةِ امتحاناتِه منها. ولأن الفصولَ طويلةٌ نوعاً ما ولأن المتطلباتِ في نهاياتها عديدة، آستخدِمَتْ الملاحظاتُ آلهامشيةُ لتصنيفِ الأسئلةِ والتمارينِ والمسائلِ بحسبِ الاجزاءِ المعيّنةِ التي ترتبطُ بها. هذا وقد وُسِمت المسائلُ بموضوعاتها.

وقد آستخدمْتُ وحداتِ آلنظامِ العالمي SI آلمكثيةَ (م كـ ث mks) في الكتابِ كلِّه. الا أنني أدخلتُ بعضَ آلوحداتِ الخاصةِ كالسعر calorie والوحدةِ الفلكيةِ astronomical unit والالكترون فولت electron volt ، ولذا فانَ بعضَ آلتمارينِ والمسائلِ تتطلَّبُ إجراءَ تحويلٍ بين آلوحدات. وعلى كلِّ حالٍ فلم يُبذَلْ أيُّ جهدٍ لجعلِ الطالبِ يألفُ بشكلٍ رتيبٍ أكثرَ من مجموعةٍ واحدةٍ من الوحدات. ولمساعدةِ الطالبِ عندَ مواجهتِه الوحداتِ الغاوسيةَ Gaussian units (سـ غ ث cgs) في كتابٍ آخرَ أو مجلةٍ علمية، أضيفَ الى المجلّد الملحقُ رقم٥ الذي يحتوي على قائمةٍ واسعةٍ بالمعادلاتِ آلكهرومغناطيسيةِ بوحداتِ النظام العالمي SI وبالوحداتِ آلغاوسية. اما خروجي آلوحيدُ آلهامُّ على آلقاعدةِ السابقةِ في معالجةِ الوحداتِ فنَرِدُ في الفصلين ١٣و١٤، إذ استُخْدِمتُ فيهما السعراتِ وكيلووات السعراتِ بنفس الدرجةِ التي استخدمت فيهما الجول، وحيث عُرِّف فيهما عددُ افوجادرو Avogadro's number بأنه يساوي عددَ الجزيئاتِ في مولٍ واحدٍ mole بدلا من عددِها في كيلومولٍ واحدٍ kmole.

وَانيلأصيـو الى استمتاعِ الطلبةِ بهذا الكتابِ والاستفادة منه. وأعتقدُ أنَّ هذا الكتابَ يؤدي غرضَه علي الوجهِ الافضلِ عند عدمِ الاسراعِ في تغطيةِ جزءٍ كبيرٍ من مادّته في وقتٍ قصيرٍ. فالمعالجةُ الحريصةُ لبعضِ المادة وحذفُ بعضِها الآخرِ سيوفرانِ على الارجحِ إعداداً أفضلَ لمتابعةِ دراسةِ الفيزياءِ، والهندسةِ، والعلومِ الاخرى من عرضٍ سريعٍ لكلِّ جزءٍ من أجزائِها.

كينث و. فورد

Kenneth W. Ford