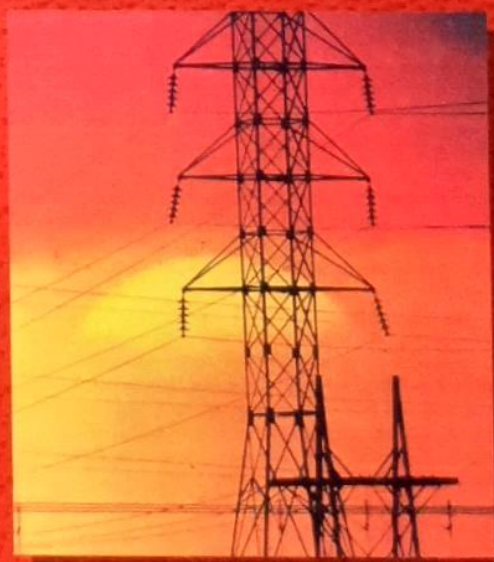


# **VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG** **CÁC NGUYÊN LÝ** **VÀ ỨNG DỤNG**

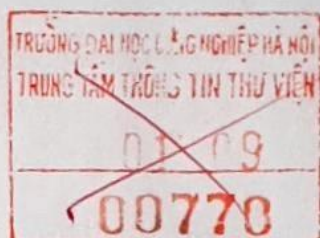
BIÊN KHẢO : TRẦN NGỌC HỘI (CHỦ BIÊN) - PHẠM VĂN THIỀU

**Tập hai :**  
**Điện, từ, dao động và sóng**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC





# VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

## CÁC NGUYÊN LÝ VÀ ỨNG DỤNG

**Tập hai : ĐIỆN, TỪ, DAO ĐỘNG VÀ SÓNG**

*Biên khảo :* TRẦN NGỌC HỘI (Chủ biên) - PHẠM VĂN THIỀU



**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

## **L**ỜI NHÀ XUẤT BẢN

Hướng tới kỉ niệm 50 năm thành lập Nhà xuất bản Giáo dục và thực hiện chiến lược mở rộng, phát triển sản phẩm mới, trong những năm gần đây, bên cạnh việc xuất bản, phát hành kịp thời, đồng bộ, sách giáo khoa và các loại sách tham khảo phục vụ giáo dục phổ thông, Nhà xuất bản Giáo dục còn rất chú trọng tổ chức biên soạn, xuất bản các bộ sách tham khảo lớn, có giá trị khoa học và thực tiễn cao, mang ý nghĩa chính trị, văn hoá, giáo dục sâu sắc, được trình bày và in ấn đẹp, gọi là sách tham khảo đặc biệt. Các sách này được xuất bản nhằm đáp ứng nhu cầu học tập, nghiên cứu, giảng dạy của học sinh, sinh viên, nghiên cứu sinh, giáo viên phổ thông, giảng viên đại học, cao đẳng, dạy nghề, cán bộ nghiên cứu, cán bộ quản lí giáo dục và đông đảo bạn đọc, góp phần nâng cao chất lượng giáo dục, dân trí xã hội trong thời kì mới, giữ gìn, "xây dựng và phát triển nền văn hoá Việt Nam tiên tiến, đậm đà bản sắc dân tộc" theo tinh thần nghị quyết Hội nghị Trung ương 5 của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khoá VIII, từng bước đưa giáo dục Việt Nam hoà nhập với thế giới. Đây là những cuốn sách nghiên cứu chủ trương, đường lối của Đảng, của Chủ tịch Hồ Chí Minh về văn hoá, giáo dục ; các chuyên khảo phản ánh kết quả nghiên cứu mới ; tuyển tập các công trình nghiên cứu tiêu biểu của các nhà khoa học, nhà giáo đặc biệt là các nhà khoa học, nhà giáo đã được tặng Giải thưởng Nhà nước, Giải thưởng Hồ Chí Minh ; các sách về danh nhân văn hoá Việt Nam và thế giới ; những bộ tư liệu, thư tịch và những pho sử cổ có giá trị lịch sử, văn hoá cao ; các sách tra cứu, những bộ từ điển tường giải tiếng Việt, các từ điển chuyên ngành, từ điển đối dịch tiếng nước ngoài với tiếng Việt, tiếng Việt với tiếng các dân tộc anh em ; các bộ sách dịch có giá trị văn hoá,

khoa học, giáo dục đặc sắc có tác dụng làm tăng trưởng nhanh chóng tri thức khoa học hiện đại, thay đổi tư duy quản lí, tư duy công việc, lối sống và cách hưởng thụ văn hoá trong xã hội kinh tế tri thức.

Tham gia biên soạn mảng sách tham khảo đặc biệt là các nhà khoa học đầu ngành, các nhà giáo, nhà quản lí giỏi, nhiều kinh nghiệm thuộc các lĩnh vực khác nhau, có uy tín đối với độc giả trong và ngoài nước.

**Bộ sách Vật lí đại cương - Các nguyên lí và ứng dụng** thuộc mảng **sách tham khảo đặc biệt** do các tác giả Trần Ngọc Hợi và Phạm Văn Thiều biên khảo. Trong bộ sách này, các tác giả đã trình bày những vấn đề cơ bản và quan trọng của Vật lí đại cương, cũng như một số thành tựu đặc sắc của Vật lí hiện đại. Ngoài ra, nội dung sách cũng rất chú trọng đến các ứng dụng của Vật lí học trong khoa học và công nghệ, giải thích một số hiện tượng Vật lí xảy ra trong thực tiễn cuộc sống. Các kiến thức Vật lí trình bày trong bộ sách phù hợp với chương trình giảng dạy Vật lí đại cương ở các trường Đại học và Cao đẳng Việt Nam. Vì vậy, bộ sách này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên các trường Đại học và Cao đẳng khối Khoa học kĩ thuật và Khoa học tự nhiên, cũng như các cán bộ kĩ thuật, cán bộ nghiên cứu có liên quan tới Vật lí và các thầy cô giáo giảng dạy Vật lí ở các trường phổ thông.

Bộ sách được xuất bản lần đầu nên chắc không tránh khỏi một số thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được sự góp ý của các thầy cô giáo, các nhà khoa học và đông đảo bạn đọc để những lần xuất bản sau bộ sách được hoàn thiện hơn. Mọi góp ý xin gửi về : Nhà xuất bản Giáo dục, 187B Giảng Võ - Ba Đình - Hà Nội.

Hà Nội, tháng 7 năm 2005

**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

## **L**ỜI TÁC GIẢ

Việc viết những cuốn sách vật lý đáp ứng được các yêu cầu cơ bản, hiện đại có tính ứng dụng thực tế cao là một việc làm khó, đòi hỏi nhiều thời gian, công sức và kiến thức sâu rộng. Chính vì vậy, chúng tôi đã tham khảo nhiều sách về Vật lý đại cương dùng cho một số trường Đại học và Cao đẳng ở một số nước Âu - Mỹ và Liên Xô cũ, nhất là cuốn *Physics Classical and Modern*, để biên khảo bộ sách "**Vật lý đại cương - Các nguyên lý và ứng dụng**" cho phù hợp với thực tế ở Việt Nam.

Bộ sách đề cập đến tất cả các vấn đề cơ bản và quan trọng của vật lý, phù hợp với chương trình giảng dạy Vật lý ở các trường Đại học và Cao đẳng Việt Nam. Về mặt hình thức, sách được trình bày dưới dạng giáo trình, các kiến thức được viết cô đọng, rõ ràng nhưng cặn kẽ, chú trọng đến bản chất vật lý, nhằm giúp cho bạn đọc cách tư duy, lý giải trước các hiện tượng vật lý.

Bộ sách này gồm 41 chương, được chia thành ba tập :

**Tập một : Cơ học và Nhiệt học (15 chương)**

**Tập hai : Điện, Từ, Dao động và Sóng (15 chương)**

**Tập ba : Quang học và Vật lý lượng tử (11 chương)**

Trong mỗi tập sách, ngoài phần trình bày lý thuyết, còn rất chú trọng đến các ứng dụng thực tiễn, có nhiều ví dụ sinh động xảy ra trong tự nhiên và ứng dụng trong khoa học, công nghệ. Sau mỗi chương đều có các câu hỏi, bài tập. Bên cạnh đó còn có nhiều bài đọc thêm về thân thế sự nghiệp của các nhà vật lý lỗi lạc, các vấn đề thời sự và đặc sắc của vật lý.

Bộ sách này nhằm phục vụ cho việc học tập vật lý của sinh viên các trường Đại học và Cao đẳng khối Khoa học kỹ thuật và

Khoa học tự nhiên. Các thầy, cô giáo giảng dạy ở các trường Đại học và Cao đẳng cũng như ở các trường Trung học phổ thông có thể dùng làm tài liệu tham khảo, tìm thấy trong bộ sách nhiều kiến thức bổ ích và nâng cao. Tùy theo yêu cầu và thời lượng của môn học tại các trường, bộ sách cũng có thể đáp ứng được ở nhiều mức độ và trình độ thích hợp.

Tham gia biên khảo bộ sách này gồm có :

– TS. Trần Ngọc Hợi - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội  
(Biên khảo chính - Chủ biên).

– Ông Phạm Văn Thiều - Hội Vật lí Việt Nam.

Trong tập hai của bộ sách này, các tác giả xin trân trọng cảm ơn các nhà giáo, đồng thời cũng là các nhà chuyên môn có nhiều kinh nghiệm và kiến thức sâu rộng dưới đây đã đóng góp một số tư liệu cho tập sách :

– PGS. TS. Lê Bằng Sương - Đại học Bách khoa Hà Nội.

– GS. TSKH. Lâm Quang Thiệp - Đại học Quốc gia Hà Nội.

– Ông Nguyễn Quang Hậu - Ban biên tập sách Vật lí Nhà xuất bản Giáo dục.

Chúng tôi biên khảo bộ sách này với mong muốn giới thiệu với bạn đọc những kiến thức vật lí ở mức cơ bản, hiện đại, thực tế sinh động nhưng cũng rất sâu sắc, đồng thời cũng muốn góp phần vào việc làm phong phú hơn, chính xác hơn một số nội dung kiến thức vật lí trong chương trình giảng dạy ở bậc Đại học và Trung học phổ thông.

Cuối cùng, chúng tôi xin chân thành cảm ơn Trung tâm nghiên cứu Chiến lược và phát triển Chương trình giáo dục Trung học chuyên nghiệp, Đại học và Sau Đại học (trước đây là Trung tâm nghiên cứu Giáo dục Đại học) và Ban biên tập sách Vật lí, Nhà xuất bản Giáo dục đã nhiệt tình cổ vũ, ủng hộ chúng tôi để hoàn thành bộ sách này.

CÁC TÁC GIẢ

# MỤC LỤC TOÀN BỘ

## Tập một : CƠ HỌC VÀ NHIỆT HỌC

- Chương 1. Mở đầu
- Chương 2. Chuyển động một chiều
- Chương 3. Chuyển động hai chiều
- Chương 4. Các định luật chuyển động của Newton
- Chương 5. Chuyển động tròn và lực hấp dẫn vũ trụ của Newton
- Chương 6. Công và năng lượng
- Chương 7. Động lượng và chuyển động của hệ
- Chương 8. Chuyển động quay
- Chương 9. Cân bằng tĩnh của một vật rắn
- Chương 10. Chất rắn và chất lưu
- Chương 11. Nhiệt độ và sự truyền nhiệt
- Chương 12. Định luật thứ nhất của nhiệt động lực học
- Chương 13. Lí thuyết động học của các chất khí
- Chương 14. Định luật thứ hai của nhiệt động lực học
- Chương 15. Khí thực và chuyển pha

## Tập hai : ĐIỆN, TỪ, DAO ĐỘNG VÀ SÓNG

- Chương 16. Định luật Coulomb và điện trường
- Chương 17. Định luật Gauss
- Chương 18. Điện thế
- Chương 19. Điện dung, điện môi và năng lượng của điện trường
- Chương 20. Dòng điện và điện trở
- Chương 21. Từ trường
- Chương 22. Các nguồn của từ trường
- Chương 23. Định luật Faraday
- Chương 24. Độ tự cảm

Chương 25. Từ trường trong khối chất

Chương 26. Dao động cơ học

Chương 27. Sóng cơ học

Chương 28. Sóng âm

Chương 29. Dao động điện từ và mạch điện xoay chiều

Chương 30. Các phương trình Maxwell và sóng điện từ

### **Tập ba : QUANG HỌC VÀ VẬT LÝ LƯỢNG TỬ**

Chương 31. Quang hình học

Chương 32. Giao thoa ánh sáng

Chương 33. Nhiễu xạ ánh sáng

Chương 34. Phân cực ánh sáng

Chương 35. Thuyết tương đối

Chương 36. Lượng tử hoá bức xạ điện từ

Chương 37. Cơ học lượng tử

Chương 38. Nguyên tử và bảng tuần hoàn các nguyên tố

Chương 39. Vật rắn tinh thể và laze

Chương 40. Hạt nhân nguyên tử và hạt cơ bản

Chương 41. Vật lý các sao

## MỤC LỤC TẬP HAI

|                                                                  | Trang |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Lời nhà xuất bản                                                 | 3     |
| Lời tác giả                                                      | 5     |
| <b>Chương 16. ĐỊNH LUẬT COULOMB VÀ ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH</b>          |       |
| 16-1. Điện tích và vật chất                                      | 14    |
| 16-2. Định luật Coulomb                                          | 16    |
| 16-3. Điện trường và đường sức của điện trường                   | 20    |
| 16-4. Cách tính điện trường                                      | 22    |
| 16-5. Hạt điện tích trong điện trường đều                        | 30    |
| <b>Chương 17. ĐỊNH LUẬT GAUSS</b>                                |       |
| 17-1. Thông lượng                                                | 42    |
| 17-2. Định luật Gauss                                            | 44    |
| 17-3. Rút ra định luật Gauss từ định luật Coulomb                | 46    |
| 17-4. Dùng định luật Gauss để tìm $E$                            | 49    |
| 17-5. Các tính chất tĩnh điện của vật dẫn                        | 55    |
| Bài đọc thêm : Micheal Faraday                                   | 59    |
| <b>Chương 18. ĐIỆN THẾ</b>                                       |       |
| 18-1. Thế năng điện                                              | 69    |
| 18-2. Điện thế                                                   | 71    |
| 18-3. Hiệu điện thế                                              | 75    |
| 18-4. Hệ thức giữa $E$ và $V$                                    | 78    |
| 18-5. Các mặt đẳng thế                                           | 79    |
| 18-6. Nói thêm về những tính chất tĩnh điện của một vật dẫn      | 80    |
| <b>Chương 19. ĐIỆN DUNG, ĐIỆN NĂNG VÀ ĐIỆN MÔI</b>               |       |
| 19-1. Hiện tượng điện hưởng                                      | 92    |
| 19-2. Tụ điện và điện dung                                       | 93    |
| 19-3. Các tụ điện mắc nối tiếp và song song                      | 97    |
| 19-4. Điện năng và mật độ năng lượng                             | 98    |
| 19-5. Những tính chất tĩnh điện của các vật cách điện (điện môi) | 102   |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 19-6. Giải thích các tính chất của điện môi | 105 |
| 19-7. Các chất điện môi và định luật Gauss  | 109 |

## Chương 20. DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN TRỞ

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 20-1. Dòng điện                                       | 121 |
| 20-2. Điện trở và định luật Ohm                       | 124 |
| 20-3. Các điện trở mắc nối tiếp và song song          | 129 |
| 20-4. Mô hình Drude về kim loại                       | 130 |
| 20-5. Sự dẫn điện trong các chất bán dẫn              | 132 |
| 20-6. Suất điện động và điện trở trong của một bộ pin | 137 |
| 20-7. Năng lượng và công suất điện                    | 140 |
| 20-8. Các quy tắc Kirchhoff                           | 142 |
| 20-9. Mạch điện RC                                    | 145 |

## Chương 21. TỪ TRƯỜNG

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 21-1. Từ trường                                      | 161 |
| 21-2. Lực tác dụng lên dây dẫn có dòng điện chạy qua | 163 |
| 21-3. Momen lực tác dụng lên một dòng điện kín       | 167 |
| 21-4. Chuyển động của hạt tích điện trong từ trường  | 172 |
| Bài đọc thêm : Từ trường và các máy gia tốc hạt      | 178 |

## Chương 22. CÁC NGUỒN CỦA TỪ TRƯỜNG

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 22-1. Định luật Biot - Savart                       | 190 |
| 22-2. Định luật Ampere                              | 196 |
| 22-3. Ứng dụng của định luật Ampere                 | 200 |
| 22-4. Lực tương tác giữa các dòng điện              | 203 |
| 22-5. Từ thông và định luật Gauss đối với từ trường | 205 |
| 22-6. Dòng điện dịch và định luật Ampere            | 207 |
| Bài đọc thêm : James Clerk Maxwell                  | 211 |

## Chương 23. ĐỊNH LUẬT FARADAY

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 23-1. Định luật Faraday                                                        | 222 |
| 23-2. Suất điện động cảm ứng của một thanh dây dẫn chuyển động trong từ trường | 226 |
| 23-3. Các máy phát điện một chiều và xoay chiều                                | 228 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 23-4. Điện trường cảm ứng | 232 |
|---------------------------|-----|

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Bài đọc thêm : Những vấn đề đặc sắc của Vật lí hiện đại | 245 |
|---------------------------------------------------------|-----|

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Tính thuận trái - phải của tự nhiên |  |
|-------------------------------------|--|

## Chương 24. ĐỘ TỰ CẢM

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 24-1. Suất điện động tự cảm và độ tự cảm | 251 |
|------------------------------------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 24-2. Mạch LR | 254 |
|---------------|-----|

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 24-3. Năng lượng tồn trữ trong cuộn cảm | 258 |
|-----------------------------------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 24-4. Hồ cảm | 261 |
|--------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 24-5. Máy biến thế | 265 |
|--------------------|-----|

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Bài đọc thêm : Joseph Henry | 268 |
|-----------------------------|-----|

## Chương 25. TỪ TRƯỜNG TRONG KHỐI CHẤT

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 25-1. Dòng điện nguyên tử, lưỡng cực từ nguyên tử và sự từ hoá | 278 |
|----------------------------------------------------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 25-2. Nghịch từ | 282 |
|-----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 25-3. Thuận từ | 284 |
|----------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 25-4. Sắt từ | 286 |
|--------------|-----|

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 25-5. Cường độ từ trường $H$ | 289 |
|------------------------------|-----|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 25-6. Từ trường Trái Đất | 291 |
|--------------------------|-----|

## Chương 26. DAO ĐỘNG CƠ

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 26-1. Động học của dao động điều hoà | 300 |
|--------------------------------------|-----|

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 26-2. Động lực học của dao động điều hoà | 303 |
|------------------------------------------|-----|

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 26-3. Năng lượng của dao động điều hoà | 305 |
|----------------------------------------|-----|

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 26-4. Các ví dụ về dao động điều hoà | 307 |
|--------------------------------------|-----|

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 26-5. Dao động điều hoà và chuyển động tròn đều | 314 |
|-------------------------------------------------|-----|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 26-6. Dao động điều hoà tắt dần | 316 |
|---------------------------------|-----|

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 26-7. Dao động cưỡng bức và cộng hưởng | 319 |
|----------------------------------------|-----|

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Bài đọc thêm : Hỗn độn (Chaos) | 322 |
|--------------------------------|-----|

## Chương 27. SÓNG CƠ

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 27-1. Các đặc trưng của sóng | 337 |
|------------------------------|-----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 27-2. Các sóng điều hoà | 343 |
|-------------------------|-----|

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 27-3. Phương trình sóng suy từ định luật hai Newton | 346 |
|-----------------------------------------------------|-----|

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 27-4. Công suất của một sóng                           | 348 |
| 27-5. Sự giao thoa của các sóng điều hoà               | 353 |
| Bài đọc thêm : Nguyên tử, sóng đứng và sự lượng tử hoá | 358 |
| Những vấn đề đặc sắc của Vật lí hiện đại : Soliton     | 367 |

## Chương 28. SÓNG ÂM

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 28-1. Sóng âm                               | 374 |
| 28-2. Sự nghe                               | 377 |
| 28-3. Phân tích Fourier các sóng tuần hoàn  | 381 |
| 28-4. Các nguồn nhạc âm                     | 382 |
| 28-5. Sự giao thoa của các sóng âm và phách | 384 |
| 28-6. Hiệu ứng Doppler                      | 388 |
| 28-7. Phương trình sóng đối với sóng âm     | 392 |

## Chương 29. DAO ĐỘNG ĐIỆN TỬ VÀ MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 29-1. Dao động của mạch LC                                         | 404 |
| 29-2. Mạch RLC mắc nối tiếp                                        | 407 |
| 29-3. Nguồn điện xoay chiều mắc với một điện trở                   | 409 |
| 29-4. Nguồn điện xoay chiều mắc với một tụ điện                    | 410 |
| 29-5. Nguồn điện xoay chiều mắc với một cuộn dây thuần cảm         | 412 |
| 29-6. Mạch RLC nối tiếp mắc có nguồn điện xoay chiều               | 414 |
| 29-7. Công suất của mạch RLC mắc nối tiếp có nguồn điện xoay chiều | 419 |

## Chương 30. CÁC PHƯƠNG TRÌNH MAXWELL VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 30-1. Các phương trình Maxwell                                         | 432 |
| 30-2. Phương trình sóng đối với các vectơ $\mathbf{E}$ và $\mathbf{B}$ | 432 |
| 30-3. Các sóng điện từ                                                 | 439 |
| 30-4. Cường độ sóng điện từ                                            | 441 |
| 30-5. Áp suất bức xạ                                                   | 443 |
| 30-6. Sự phát xạ các sóng điện từ                                      | 446 |
| 30-7. Phổ điện từ                                                      | 448 |
| Bài đọc thêm : Tốc độ ánh sáng                                         | 450 |