

ĐẠI HỌC THỦ DẦU MỘT

GIÁO TRÌNH VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG A1

Chủ biên: TS. Võ Văn Ôn

ThS. Huỳnh Duy Nhân – ThS. Nguyễn Thị Huỳnh Nga – ThS. Nguyễn Đức Hào

Lưu hành nội bộ

Lời nói đầu

Các em sinh viên thân mến!

Các em đang cầm trong tay quyển Vật lý đại cương A1 dành cho sinh viên các ngành Kỹ thuật và Công nghệ của trường Đại học Thủ Dầu Một, do thầy cùng một số thầy cô trong bộ môn Vật lý, khoa Khoa học Tự nhiên biên soạn.

Tâm niệm của nhóm là biên soạn một giáo trình chứa những kiến thức cơ bản của Vật lý đại cương và cập nhật những kiến thức mới dù ở mức độ cơ bản nhất để cung cấp cho các em học tập và nghiên cứu.

Giáo trình chứa các kiến thức cơ bản, các ví dụ áp dụng, các câu hỏi củng cố cùng bài tập có đáp số để các em vận dụng tuy mức độ không quá khó.

Giáo trình được phân công biên soạn như sau:

- TS. Võ Văn Ôn: các chương 0; 5;7;8(A1); 8;9;10;11;12 (A2)
- ThS. Huỳnh Duy Nhân: các chương 9;10;11(A1);1; 2(A2)
- ThS. Nguyễn Thị Huỳnh Nga: các chương 1;2(A1); 3; 6; 7(A2)
- ThS. Nguyễn Đức Hào: các chương 3;4;6(A1); 4; 5(A2)

Dù thật nhiều cố gắng nhưng chắc không tránh khỏi sai sót trong lần xuất bản đầu, mong được sự góp ý của các đồng nghiệp và các em sinh viên. Mọi sự góp ý xin gửi về địa chỉ email: onvv@tdmu.edu.vn

Bình Dương, tháng 10 năm 2015

Võ Văn Ôn

Đề tài NCKH cấp trường

GIÁO TRÌNH VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG A1 + A2

TS. Võ Văn Ôn chủ biên

Năm 2015

Tailieu.vn

MỤC LỤC

Chương 0: MỞ ĐẦU.....	1
§0.1 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÝ HỌC.....	1
§0.2 CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ VÀ HỆ ĐƠN VỊ SI.....	4
§0.3 KHÁI QUÁT CÁC PHÉP TÍNH VỀ VÉC TƠ.....	8
§0.4 KHÁI QUÁT VỀ CÁC HỆ TRỤC TOẠ ĐỘ.....	13
§0.5 TÓM TẮT CHƯƠNG 0.....	16
§0.6 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	19
Chương 1: ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM.....	22
§1.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN CỦA CHUYỂN ĐỘNG.....	22
§1.2 VẬN TỐC CỦA CHẤT ĐIỂM.....	25
§1.3 GIA TỐC CỦA CHẤT ĐIỂM.....	29
§1.4 VẬN TỐC VÀ GIA TỐC TRONG CHUYỂN ĐỘNG TRÒN.....	32
§1.5 MỘT SỐ CHUYỂN ĐỘNG ĐƠN GIẢN.....	35
§1.6 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	43
§1.7 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP CHƯƠNG 1.....	47
Chương 2: ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM.....	49
§2. 1 CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON.....	49
§2.2 CÁC LOẠI LỰC THÔNG DỤNG TRONG CƠ HỌC.....	54
§2.3 PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC HỌC.....	57
§2.4 ĐỘNG LƯỢNG – XUNG LƯỢNG.....	59
§2.5 MÔ MEN ĐỘNG LƯỢNG – MÔ MEN LỰC.....	61
§2.6 NGUYÊN LÝ TƯƠNG ĐỐI GALILÉE – CÁC LỰC.....	65
§2.7 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	70
§2.8 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	73
Chương 3: CÔNG VÀ NĂNG LƯỢNG.....	77
§3.1 CÔNG – CÔNG SUẤT.....	77
§ 3.2 NĂNG LƯỢNG.....	81
§ 3.3 ĐỘNG NĂNG – THỂ NĂNG.....	82
§ 3.4 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG TRONG TRƯỜNG THỂ.....	89
§ 3.5 GIẢI BÀI TOÁN BẰNG PHƯƠNG PHÁP NĂNG LƯỢNG.....	95
§ 3.6 VA CHẠM.....	96

§ 3.7 CHUYỂN ĐỘNG TRONG TRƯỜNG HẤP DẪN.....	102
§ 3.8 TÓM TẮT NỘI DUNG	112
§ 3.9 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	114
Chương 4: ĐỘNG LỰC HỌC HỆ CHẤT ĐIỂM VÀ VẬT RẮN.....	117
§4.1 HỆ CHẤT ĐIỂM - VẬT RẮN VÀ KHỐI TÂM CỦA VẬT RẮN.....	118
§4.2 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG	124
§4.3 MÔ MEN ĐỘNG LƯỢNG VÀ MÔ MEN LỰC.....	128
§4.4 CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN.....	132
§4.5 MÔ MEN QUÁN TÍNH	137
§4.6 CƠ NĂNG CỦA VẬT RẮN.....	141
§4.7 PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN	143
§4.8 TÓM TẮT NỘI DUNG	149
§4.9 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	154
Chương 5: CƠ HỌC TƯƠNG ĐỐI TÍNH.....	159
§5.1 CÁC TIÊN ĐỀ CỦA THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP	159
§5.2 PHÉP BIẾN ĐỔI LORENTZ.....	161
§5.3 TÍNH ĐỒNG THỜI VÀ QUAN HỆ NHÂN QUẢ.....	163
§5.4 SỰ CO NGẮN LORENTZ.....	164
§5.5 TỔNG HỢP VẬN TỐC.....	166
§5.6 ĐỘNG LƯỢNG VÀ KHỐI LƯỢNG CỦA CHẤT ĐIỂM CHUYỂN ĐỘNG	167
§5.7 NĂNG LƯỢNG CỦA CHẤT ĐIỂM CHUYỂN ĐỘNG	168
§5.8 TÓM TẮT NỘI DUNG	172
§5.9 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	173
Chương 6: CƠ HỌC CHẤT LƯU.....	176
§6.1 CÁC KHÁI NIỆM VÀ ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN VỀ CHẤT LƯU.....	176
§6.2 PHƯƠNG TRÌNH LIÊN TỤC	179
§6.3 PHƯƠNG TRÌNH BERNOULLI.....	179
§6.4 TĨNH HỌC CHẤT LƯU.....	187
§6.5 TÓM TẮT NỘI DUNG	189
§6.6 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	191
Chương 7: THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VÀ CHẤT KHÍ LÝ TƯỞNG.....	194
§7.1 NỘI DUNG CỦA THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ.....	194
§7.2 PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ.....	195

§7.3 NHIỆT ĐỘ - NHIỆT GIẢI.....	198
§7.4 HỆ QUẢ CỦA THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ.....	199
§7.5 KHÍ THỰC.....	204
§7.6 TÓM TẮT CHƯƠNG.....	211
§7.7 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	214
Chương 8: CÁC NGUYÊN LÝ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC	216
§8.1 CÁC KHÁI NIỆM VÀ ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN.....	216
§8.2 NGUYÊN LÝ I NHIỆT ĐỘNG HỌC.....	220
§8.3 ỨNG DỤNG NGUYÊN LÝ I NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC.....	221
§8.4 NGUYÊN LÝ II NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC.....	224
§8.5 HÀM ENTROPY – NGUYÊN LÝ TĂNG ENTROPY.....	230
§8.6 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	233
§8.7 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	236
Chương 9: TRƯỜNG TĨNH ĐIỆN.....	238
§9.1 TƯƠNG TÁC ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT COULOMB.....	239
§9.2 ĐIỆN TRƯỜNG.....	245
§9.3 ĐƯỜNG SỨC ĐIỆN TRƯỜNG – THÔNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG.....	251
§9.4 ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O-G).....	255
§9.5 CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG, ĐIỆN THẾ, HIỆU ĐIỆN THẾ.....	258
§9.6 LIÊN HỆ GIỮA CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ.....	266
§9.7 BÀI TOÁN CƠ BẢN CỦA TĨNH ĐIỆN HỌC.....	271
§9.8 LƯỜNG CỰC ĐIỆN.....	279
§9.9 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	282
§9.10 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	288
Chương 10: VẬT DẪN VÀ ĐIỆN MÔI.....	292
§10.1 VẬT DẪN CÂN BẰNG TĨNH ĐIỆN.....	293
§10.2 TỤ ĐIỆN.....	304
§10.3 NĂNG LƯỢNG TỤ ĐIỆN, NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG.....	309
§10.4 SỰ PHÂN CỰC CỦA CHẤT ĐIỆN MÔI.....	312
§10.5 ĐIỆN TRƯỜNG TRONG CHẤT ĐIỆN MÔI.....	322
§10.6 ĐIỆN TRƯỜNG Ở MẶT GIỚI HẠN CỦA HAI ĐIỆN MÔI.....	324
§10.7 ĐIỆN MÔI ĐẶC BIỆT.....	328
§10.8 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	331

§10.9 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	336
Chương 11: NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI.....	339
§11.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN.....	340
§11.2 ĐỊNH LUẬT OHM CHO ĐOẠN MẠCH ĐỒNG CHẤT.....	345
§11.3 ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH KÍN	349
§11.4 ĐỊNH LUẬT OHM TỔNG QUÁT.....	352
§11.5 ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH – PHƯƠNG TRÌNH LIÊN TỤC.....	354
§11.6 CÁC QUY TẮC KIRCHHOFF.....	356
§11.7 ĐỊNH LUẬT JOULE-LENZ, CÔNG VÀ CÔNG SUẤT DÒNG ĐIỆN.....	360
§11.8 MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP PHÂN GIẢI MẠCH ĐIỆN.....	364
§11.9 TÓM TẮT NỘI DUNG.....	367
§11.10 CÂU HỎI LÝ THUYẾT VÀ BÀI TẬP.....	372

Chương 0

MỞ ĐẦU

Nội dung chương

- 0.1. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu của vật lý học
- 0.2. Các đại lượng vật lý và hệ đơn vị SI
- 0.3. Khái quát các phép tính về vectơ
- 0.4. Khái quát về các hệ trục tọa độ
- 0.5. Tóm tắt chương
- 0.6. Câu hỏi lý thuyết và bài tập

Mục tiêu chương

Học xong chương này sinh viên nắm được: bức tranh tổng quan về khoa học Vật lý, hiểu được nhiệm vụ của môn Vật lý đại cương. Các sinh viên cũng nắm được các kiến thức tối thiểu cần có để làm toán vật lý.

§0.1 - ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CỦA VẬT LÝ HỌC

1. Đối tượng nghiên cứu

Vật Lý Học là một môn khoa học, nó nghiên cứu về các cấu trúc, các tính chất và các dạng vận động của thế giới vật chất.

Vật Lý Học cùng các khoa học tự nhiên khác còn được gọi là “Triết học tự nhiên”. Đến thế kỷ XVIII, Vật lý học mới bắt đầu tách riêng thành một khoa học độc lập (Vật lý cổ điển).

Vật Lý Học nghiên cứu các đặc trưng, các tính chất, các qui luật vận động mang tính tổng quát của các sự vật hiện tượng xảy ra trong tự nhiên nhằm hiểu rõ bản chất của sự vật hiện tượng ấy, từ đó vận dụng vào cuộc sống, phục vụ lợi ích cho con người.

2. Công cụ và phương pháp nghiên cứu

Các hiện tượng xảy ra trong tự nhiên là độc lập với ý thức của con người. Để khám phá ra qui luật của sự vật, hiện tượng, các nhà vật lý trước hết phải biết dùng các công cụ do con người chế tạo ra từ thô sơ đến hiện đại để quan sát, đo đạc, thu thập các số liệu về diễn biến của sự vật hiện tượng đó. Trong một số trường hợp, phải tiến hành các thí nghiệm để lặp lại, quan sát lại sự vật, hiện tượng, đồng thời thay đổi các thông số nhằm rút ra sự ảnh hưởng của từng thông số vào hiện tượng đó, cũng để xác định giới hạn áp dụng của định luật.

Các số liệu thu được từ quan sát, thí nghiệm chỉ là những dữ liệu rời rạc, qua quá trình xử lý (bằng các qui tắc toán học, biểu đồ, đồ thị, ...), các dữ liệu đó sẽ cho thông tin quan trọng về qui luật, bản chất của sự vật, hiện tượng mà ta nghiên cứu - Đó chính là những định luật của vật lý.

Các thiết bị kỹ thuật từ giản đơn đến phức tạp do chính các nhà vật lý tạo ra là công cụ để các nhà vật lý thực nghiệm nghiên cứu thế giới tự nhiên.

Công cụ toán học là cực kỳ quan trọng trong nghiên cứu vật lý học nhất là chuyên ngành vật lý lý thuyết, nơi mà hầu hết các nghiên cứu đều dựa vào việc xây dựng các mô hình toán học để mô tả các hiện tượng vật lý, tính toán bằng các phương trình toán học để rút ra các kết quả, các tiên đoán, sau đó so sánh với các số liệu thực nghiệm để kiểm tra, hiệu chỉnh mô hình. Có thể nói toán học là công cụ gần như duy nhất trong tay các nhà vật lý lý thuyết để khám phá tự nhiên.

Những năm gần đây khi máy tính điện tử phát triển mạnh mẽ cả về phần cứng lẫn phần mềm thì nó đã trở thành một công cụ mới vô cùng hữu hiệu trong tay các nhà vật lý để khám phá tự nhiên. Ngày nay ngoài việc dùng máy tính điện tử để giải số gần đúng các bài toán phức tạp không thể giải bằng phương pháp giải tích thì nó còn là một công cụ hữu hiệu để mô phỏng các hiện tượng của tự nhiên....

Các định luật vật lý cho biết qui luật biến đổi của sự vật, hiện tượng, nhưng chưa cho biết bản chất bên trong của sự vật, hiện tượng ấy. Để hiểu rõ bản chất của sự vật, hiện tượng, cần nêu các giả thuyết để giải thích vì sao nó lại vận động theo qui luật ấy. Nếu các giả thuyết đưa ra không những giải thích được qui luật vận động của sự vật hiện tượng vừa

quan sát mà còn giải thích được nhiều kết quả thực nghiệm, quan sát khác thì nó sẽ trở thành một thuyết khoa học. Từ đó sẽ hiểu sâu thêm về bản chất bên trong của sự vật, hiện tượng.

3. Vai trò của khoa học vật lý đối với cuộc sống và các ngành khoa học khác

Vật lý là một ngành khoa học cơ bản, các thành tựu nghiên cứu của nó góp phần thúc đẩy các ngành khoa học và kỹ thuật khác phát triển và có ảnh hưởng rất lớn đến đời sống xã hội.

Ví dụ, các thành tựu của cơ học và nhiệt học đã thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của nền văn minh cơ khí thế kỷ 18, 19 ở các nước phương tây, các thành tựu của điện- điện tử học ở đầu thế kỷ 20 đã thúc đẩy sự phát triển của thời kỳ hậu công nghiệp cơ khí ở Tây Âu mà đặc biệt là Hoa Kỳ.

Ngày nay các ngành kỹ thuật đang áp dụng những thành tựu nghiên cứu mới nhất của vật lý học vào cuộc sống ngày càng nhanh, các máy dùng trong y học như siêu âm, chụp cắt lớp, chụp cộng hưởng từ hạt nhân... là những ví dụ đầy thuyết phục về sự đóng góp to lớn của vật lý học vào cuộc sống.

Vấn đề năng lượng sạch đang là những thách thức nhưng cũng là những vùng đất đầy tiềm năng đang chờ đợi sự khám phá, sự đóng góp của các em.

4. Vật lý đại cương

Vật Lý Đại Cương là một bộ phận quan trọng của Vật lý học. Nó hệ thống những khái niệm, những định luật, những lý thuyết cơ bản của khoa học Vật lý. Các khái niệm, các định luật, các lý thuyết đó, diễn tả hầu hết các qui luật vận động và bản chất của các sự vật hiện tượng trong tự nhiên và là cơ sở của Vật lý Học. Có thể nói Vật Lý Đại Cương là xương sống của Khoa Học Vật Lý.

Vật Lý Đại Cương gồm có năm phần:

Cơ học: Nghiên cứu chuyển động của vật thể vĩ mô (chuyển động cơ).

Nhiệt học: Nghiên cứu chuyển động nhiệt của các hạt vi mô (phân tử, nguyên tử).

Điện học: Nghiên cứu qui luật, bản chất các hiện tượng về điện, từ.

Quang học: Nghiên cứu qui luật và bản chất các hiện tượng về ánh sáng .

Nguyên tử và hạt nhân: Nghiên cứu cấu trúc và qui luật biến đổi của nguyên tử và hạt nhân.

Những tri thức vật lý đại cương không chỉ là những cơ sở để sinh viên học và nghiên cứu các môn khoa học khác, mà còn góp phần rèn luyện phương pháp suy luận khoa học, phương pháp nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng thế giới quan duy vật biện chứng.

§0.2 CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ VÀ HỆ ĐƠN VỊ SI

1. Các đại lượng vật lý

Mỗi một tính chất hay một thuộc tính của sự vật, hiện tượng, được mô tả bởi một thông số - gọi là đại lượng vật lý. Ví dụ: tính chất nhanh hay chậm của chuyển động, được mô tả bởi đại lượng vận tốc; diễn tả cho sự tương tác giữa các vật là lực; ...

Các đại lượng vật lý có thể là các đại lượng *vô hướng* (chúng chỉ là một số như: khối lượng, điện tích,...) hay đại lượng *véc tơ* (chúng gồm có 1 gốc, phương hướng và độ lớn như: lực, vận tốc, ...). Một số đại lượng vật lý còn cần được biểu diễn bằng một *ten xơ*, đó là một bảng số như các ma trận nhưng chúng biến đổi theo một quy luật nhất định khi thay đổi hệ quy chiếu thí dụ như tenxơ cường độ điện trường, tenxơ độ dẫn điện, ten xơ ứng suất ...

Mỗi một đại lượng vật lý được kí hiệu bởi một hay nhiều kí tự La Tinh hoặc kí tự Hi Lạp (xem bảng 0.1).

Bảng 0.1: Kí hiệu bởi một hay nhiều kí tự La Tinh hoặc kí tự Hi Lạp

Tên gọi	Viết thường	Viết in	Tên gọi	Viết thường	Viết in
Alfa	α	A	Nuy	N	N
Bêta	β	B	Kxi	Ξ	Ξ
Gamma	γ	Γ	Ômikrôn	O	O
Delta	δ	Δ	Pi	Π	Π
Epsilon	ϵ	E	Rô	P	P
Zêta	ζ	Z	Xichma	Σ	Σ

Êta	η	H	Tô	T	T
Têta	θ	Θ	Ipxilon	Y	Y
Iôta	ι	I	Fi	Φ	Φ
Kapa	κ	K	Khi	X	X
Lamđã	λ	Λ	Pxi	Ψ	Ψ
Muy	μ	M	Ômêga	Ω	Ω

2. Hệ đơn vị SI

Một đại lượng vật lý chỉ có ý nghĩa thực sự khi ta định lượng được nó, nghĩa là phải đo được. Đo một đại lượng vật lý là so sánh đại lượng ấy với một “chuẩn” cùng loại chọn làm đơn vị. Giá trị đo được sẽ bằng tỉ số giữa đại lượng cần đo với chuẩn đơn vị.

Ví dụ: đo chiều dài của một cái bàn là so sánh chiều dài đó với “chuẩn” - gọi là MÉT. Nếu chiều dài của cái bàn gấp k lần chiều dài của “chuẩn” thì ta nói khúc gỗ dài k mét. Nếu lấy “chuẩn” là INCH thì tương tự, chiều dài cái bàn sẽ là 1 inch.

Như vậy, một đại lượng vật lý có thể có nhiều đơn vị đo, tùy theo “chuẩn” mà ta chọn làm đơn vị. Với mỗi đơn vị đo, ta lại có một giá trị đo khác nhau, mặc dù cùng một đại lượng.

Một hệ đơn vị luôn gồm một số các đơn vị cơ bản và các đơn vị dẫn xuất. Các đơn vị dẫn xuất được định nghĩa từ các đơn vị cơ bản thông qua các phương trình vật lý. Qui luật biểu diễn sự phụ thuộc này gọi là thứ nguyên của đơn vị dẫn xuất.

Có một số hệ đơn vị, chúng khác biệt ở cách chọn những đại lượng được lấy làm các đại lượng cơ bản và đơn vị của chúng được thiết lập nên do những thỏa thuận riêng. Ví dụ: Hệ CGS (hệ Gauss) chọn đơn vị cơ bản là centimét, gam và giây.

Để thống nhất chung toàn thế giới, năm 1960, các nhà khoa học đã họp lại và thống nhất một hệ đơn vị chung gọi là hệ SI (système international). Trong hệ này, có 7 đơn vị cơ bản:

* Độ dài	mét (m)
* Khối lượng	kilôgam (kg)
* Thời gian	giây (s)
* Cường độ dòng điện	ampe (A)
* Nhiệt độ	kelvin (K)
* Lượng chất	mol (mol)
* Độ sáng	candela (Cd)

Ngoài 7 đơn vị cơ bản, còn có đơn vị phụ: đơn vị đo góc phẳng là radian (rad); góc khối là steradian (sterad). Các đơn vị này không có thứ nguyên.

Mỗi đơn vị dẫn xuất của một đại lượng vật lý được biểu diễn thông qua các đơn vị cơ bản theo một quy luật nhất định. Ví dụ thứ nguyên của:

$$[\text{vận tốc}] = [\text{độ dài}] [\text{thời gian}]^{-1} = \text{ms}^{-1}$$

$$[\text{gia tốc}] = [\text{độ dài}] [\text{thời gian}]^{-2} = \text{ms}^{-2}$$

$$[\text{lực}] = [\text{khối lượng}] [\text{độ dài}] [\text{thời gian}]^{-2} = \text{kgms}^{-2}$$

Từ đó suy ra:

* Hai đại lượng cùng loại mới cộng, trừ được.

* Hai vế của một phương trình vật lý phải cùng thứ nguyên.

Ngoài các đơn vị chuẩn, người ta còn dùng các tiếp đầu ngữ để chỉ ước và bội của đơn vị (xem bảng 0.2).

Để học tốt Vật Lý Đại Cương, sinh viên phải có một số kiến thức về toán, nhất là kiến thức về véc tơ, vi phân và tích phân.

Bảng 0.2: Tiếp đầu ngữ chỉ ước và bội của các đơn vị

Tên gọi	Kí hiệu	Bội	Tên gọi	Kí hiệu	Ước
đêca	Da	10	đêxi	D	10^{-1}
Hectô	H	10^2	Centi	C	10^{-2}
Kilô	K	10^3	Mili	M	10^{-3}
Mêga	M	10^6	Micrô	M	10^{-6}
Giga	G	10^9	Nanô	N	10^{-9}
Têra	T	10^{12}	Picô	P	10^{-12}
Pêta	P	10^{15}	Femtô	F	10^{-15}
Ecxa	E	10^{18}	Attô	A	10^{-18}

3. Phép phân tích thứ nguyên

- Dùng phép phân tích thứ nguyên để xác định thứ nguyên của một đại lượng vật lý chưa biết: ta làm được điều này vì rằng thứ nguyên của hai vế của một biểu thức vật lý phải giống nhau.

Ví dụ: ta có biểu thức vật lý sau đây $F = GMm/r^2$, ta quên mất thứ nguyên của hằng số hấp dẫn Newton G. Ta tìm thứ nguyên của G như sau, từ công thức trên ta có:

$$G = F.r^2/Mm \text{ nên } [G] = N.m^2 / (kg)^2$$

- Đoán dạng phụ thuộc hàm của một đại lượng vật lý:

Ví dụ: giả sử ta cần dự đoán chu kỳ của con lắc toán học phụ thuộc thế nào vào chiều dài l của con lắc và gia tốc trọng trường g tại nơi treo con lắc.

Vì chu kỳ phải có thứ nguyên là thời gian, trong khi chiều dài thứ nguyên là mét, gia tốc thứ nguyên là mét/(giây)², nên tổ hợp có thứ nguyên thời gian là $T = k.(l/g)^{1/2}$, ở đây k là một hằng số không thứ nguyên.

- Phép phân tích thứ nguyên còn được dùng để dự đoán dạng của các đại lượng vật lý phức tạp hơn trong các bài toán vật lý và trong các nghiên cứu vật lý.

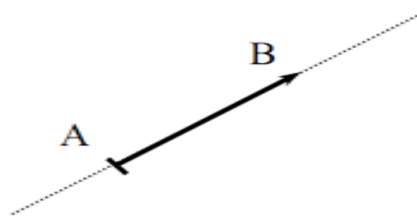
§0.3 KHÁI QUÁT CÁC PHÉP TÍNH VỀ VÉC TƠ

1. Khái niệm véc tơ

Để diễn tả các hiện tượng tự nhiên, các nhà vật lý ngoài các đại lượng không có hướng như khối lượng, thể tích, nhiệt độ... còn cần dùng đến các đại lượng có hướng là các véc tơ.

Đoạn thẳng có định hướng gọi là một véc tơ.

Một véc tơ có 4 yếu tố: phương, chiều, modun và điểm đặt.



Hình 0.0 :Biểu diễn một véc tơ

A : gốc hay điểm đặt, *B* là ngọn

Đường thẳng *AB* : gọi là giá của véc tơ *AB*, chiều từ *A* đến *B*

Độ dài của véc tơ *AB* gọi là độ lớn của nó.

2. Các phép toán cơ bản trên véc tơ

2.1. Quy tắc ba điểm

Cho 3 điểm *A*, *B*, *C* bất kỳ trong không gian, ta luôn có:

$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB} \quad \text{hay} \quad \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{CB} - \overrightarrow{CA} \quad (0.1)$$

Trong hệ tọa độ Descartes, gọi a_1, a_2, a_3 lần lượt là hình chiếu của véc tơ lên các trục tọa độ *Ox*, *Oy*, *Oz* thì véc tơ có thể được biểu diễn như sau:

$$\vec{a} = a_1\vec{i} + a_2\vec{j} + a_3\vec{k} \quad (0.2)$$

Hoặc cũng có thể biểu diễn véc tơ dưới dạng một bộ 3 số như sau:

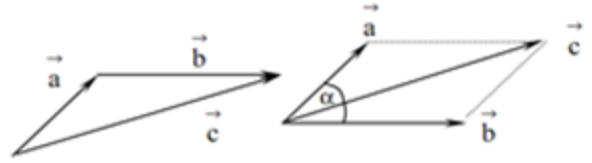
$$\vec{a} = (a_1, a_2, a_3) \quad (0.3)$$

Bộ số thực (a_1, a_2, a_3) được gọi là tọa độ của véc tơ \vec{a} . Khi đó, modun của véc tơ \vec{a} được tính theo công thức:

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2} \quad (0.4)$$

2.2. Cộng véc tơ

Tổng của hai hay nhiều véc tơ là một véc tơ mới, được xác định theo qui tắc nối đuôi hay qui tắc hình bình hành. (hình 0.1)



Hình 0.1: Cộng hai véc tơ

Nếu $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ và $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ thì véc tơ tổng là:

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (0.5)$$

Độ lớn của véc tơ tổng là:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha} \quad (0.6)$$

Trong đó α là góc tạo bởi 2 véc tơ \vec{a} và \vec{b}

Nếu $\vec{a} \perp \vec{b}$ (hình 0.2) thì:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (0.7)$$

Nếu $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{b}$ thì:

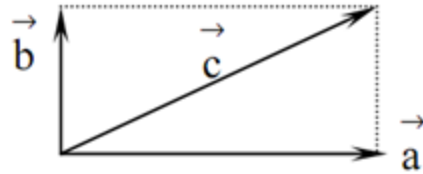
$$c = a + b \quad (0.8)$$

Nếu $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{b}$ thì:

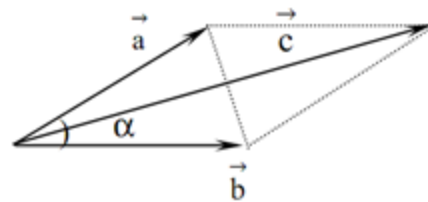
$$c = |a - b| \quad (0.9)$$

Nếu $\vec{a} \equiv \vec{b}$ (hình 0.3) thì:

$$c = 2a\cos(\alpha/2) \quad (0.10)$$



Hình 0.2: Tổng của hai véc tơ vuông góc



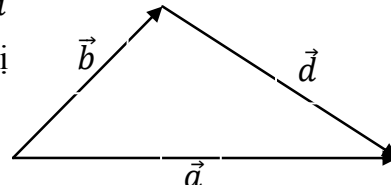
Hình 0.3: Tổng của hai véc tơ cùng modul

2.3. Trừ véc tơ

Hiệu của véc tơ \vec{a} và \vec{b} là tổng của véc tơ \vec{a} và véc tơ đối của véc tơ \vec{b} :

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{d} \quad (0.11)$$

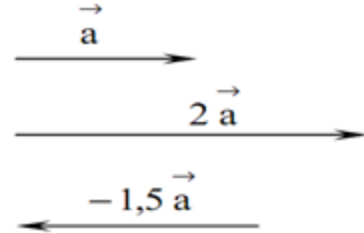
Nếu dùng quy tắc hình bình hành thì véc tơ hiệu \vec{d} hướng từ ngọn của véc tơ trừ \vec{b} đến ngọn của véc tơ bị trừ \vec{a} .



Hình 0.4: Hiệu của 2 véc tơ

2.4. Nhân véc tơ với một số thực

Tích của một véc tơ với một số thực k là một véc tơ mới có modun gấp k lần modun của véc tơ đầu, và cùng chiều với véc tơ đầu nếu $k > 0$; ngược chiều nếu $k < 0$ (hình 0.5). Nói cách khác, tọa độ của véc tơ mới cũng gấp k lần tọa độ của véc tơ ban đầu.



Hình 0.5: Nhân véc tơ với số thực

$$\vec{a} = (a_1, a_2, a_3) \Rightarrow k\vec{a} = k(a_1, a_2, a_3) = (ka_1, ka_2, ka_3) \quad (0.12)$$

2.5. Tích vô hướng của hai véc tơ

Tích vô hướng của hai véc tơ \vec{a} và \vec{b} là một số thực bằng tích các modun của hai véc tơ ấy với cosin góc hợp bởi hai véc tơ ấy:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cdot \cos(\vec{a}, \vec{b}) = abc \cos \alpha \quad (0.13)$$

với α là góc tạo bởi hai véc tơ \vec{a} và \vec{b} .

Từ (0.13) suy ra: hai véc tơ:

- Vuông góc thì tích vô hướng triệt tiêu
- Tạo với nhau góc nhọn thì tích vô hướng dương
- Tạo với nhau góc tù thì tích vô hướng **vuông góc với hai véc tơ âm**

Trong hệ tọa độ Descartes:

$$\vec{a} = (a_1, a_2, a_3); \vec{b} = (b_1, b_2, b_3) \Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3 \quad (0.14)$$

Do đó, góc giữa hai véc tơ \vec{a} và \vec{b} có thể được tính như sau:

$$\cos \alpha = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{ab} = \frac{a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2}} \quad (0.15)$$

2.6. Tích hữu hướng của hai véc tơ

$$\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{c} \quad \text{hay} \quad [\vec{a}, \vec{b}] = \vec{c} \quad (0.16)$$

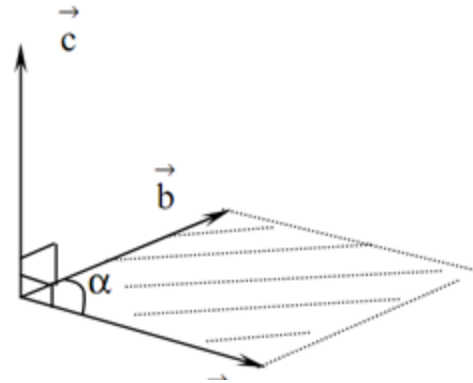
Tích hữu hướng của hai véc tơ \vec{a} và \vec{b} là một véc tơ \vec{c} .

Véc tơ \vec{c} có:

Phương: có phương vuông góc với hai véc tơ \vec{a} và \vec{b}

Chiều: xác định theo qui tắc đinh ốc thuận: vặn cái đinh ốc quay từ véc tơ thứ nhất đến véc tơ thứ hai theo góc nhỏ nhất thì chiều tiến của đinh ốc là chiều véc tơ tích.

Modun: bằng tích các môđun của hai véc tơ thành phần với sin của góc xen giữa hai véc tơ đó.



Hình 0.6: Tích hữu hướng của 2 véc tơ

$$c = |\vec{c}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin(\vec{a}, \vec{b}) = ab \sin \alpha \quad (0.17)$$

Từ (0.17) suy ra: hai véc tơ cùng phương thì tích hữu hướng triệt tiêu; hai véc tơ vuông góc thì tích hữu hướng có môđun lớn nhất.

Về ý nghĩa hình học, môđun của véc tơ tích có trị số bằng trị số diện tích hình bình hành tạo bởi hai véc tơ thành phần (xem hình 0.6).

$$\text{Tích hữu hướng không có tính giao hoán: } \vec{a} \cdot \vec{b} = -\vec{b} \cdot \vec{a} \quad (0.18a)$$

$$\text{Tích hữu hướng có tính phân phối: } (\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{c} = (\vec{a} \cdot \vec{c}) + (\vec{b} \cdot \vec{c}) \quad (0.18b)$$

Trong hệ tọa độ Descartes, véc tơ tích $\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$ được xác định theo công thức:

$$\vec{c} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = (a_2 \cdot b_3 - a_3 \cdot b_2; a_3 \cdot b_1 - a_1 \cdot b_3; a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1) \quad (0.19)$$

Ví dụ: $\vec{a} = (6, -1, 2)$; $\vec{b} = (-2, 3, -1)$ thì $\vec{c} = \vec{a} \cdot \vec{b} = (-7, -10, -16)$ và diện tích hình bình hành tạo bởi hai véc tơ là:

$$S = |\vec{c}| = \sqrt{(-7)^2 + (-10)^2 + 16^2} = 20.1 \text{ (đơn vị diện tích)}$$

2.7. Đạo hàm của một véc tơ

Trong hệ tọa độ Descartes, ta có:

$$\vec{a} = a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j} + a_z \cdot \vec{k} \Rightarrow \frac{d\vec{a}}{dt} = \frac{da_x}{dt} \vec{i} + \frac{da_y}{dt} \vec{j} + \frac{da_z}{dt} \vec{k} \quad (0.20)$$

Vậy đạo hàm của một véc tơ theo thời gian là một véc tơ mới có các thành phần là đạo hàm các thành phần tương ứng của véc tơ ban đầu.

Ví dụ: $\vec{a} = (2\sin t, \cos t, 5t) \Rightarrow \vec{b} = \frac{d\vec{a}}{dt} = (2\cos t, -\sin t, 5)$.

2.8. Các phép tính toán tử Laplace

a. Gradient của trường vô hướng

$$\text{gradu} = \frac{\partial u}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial u}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial u}{\partial z} \vec{k}$$

Trong đó $u(x,y,z)$ là một hàm số trong không gian Oxyz và $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ là các véc tơ đơn vị cơ sở hướng theo các trục tọa độ ox, oy, oz.

- Một số tính chất của gradient :

$$+ \text{grad}(u+v) = \text{gradu} + \text{grad}v$$

$$+ \text{grad}(u \cdot v) = u \cdot \text{grad}v + v \cdot \text{gradu}$$

$$+ \text{grad} \frac{u}{v} = \frac{v \cdot \text{gradu} - u \cdot \text{grad}v}{v^2}$$

- Ý nghĩa vật lý của gradient của một vô hướng là một véc tơ

b. Dive của trường véc tơ

Dive của trường véc tơ \vec{A} tại điểm M là giới hạn của tỉ số thông lượng qua mặt kín bao quanh M và thể tích của miền giới hạn bởi mặt này.

Giả sử trường véc tơ : $\vec{A} = P\vec{i} + Q\vec{j} + R\vec{k}$. Trong đó P, Q, R là các hàm số có đạo hàm cấp 1 và cấp 2 liên tục thì :

$$\iint_S (\vec{A}, \vec{n}) dS = \iiint_V \text{div} \vec{A} \cdot dv$$

Và ta có :
$$\text{div} \vec{A} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}$$

c. Rota của véc tơ trường

Trong không gian Oxyz cho bề mặt S nào đó. Ta xét véc tơ $\vec{A} = P\vec{i} + Q\vec{j} + R\vec{k}$

Ta có

$$\text{rot } \vec{A} = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \vec{k}$$

Hay biểu diễn dưới dạng định thức :

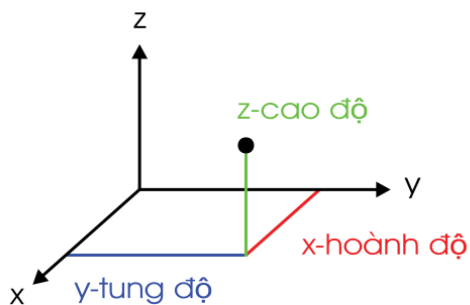
$$\text{rot } \vec{A} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix}$$

§0.4 KHÁI QUÁT VỀ CÁC HỆ TRỤC TOẠ ĐỘ

Các bài toán vật lý thường có tính đối xứng không gian. Việc lựa chọn hệ qui chiếu để khảo sát chúng là rất cần thiết. Đôi khi một bài toán phức tạp trong hệ tọa độ này lại rất đơn giản trong hệ tọa độ kia. Cần nhấn mạnh rằng, việc chuyển đổi tọa độ chỉ làm cho các phép tính trở nên đơn giản, còn bản chất vật lý của sự vật hiện tượng thì không thay đổi. Phần này giới thiệu vài hệ tọa độ thường dùng trong các bài toán vật lý.

1. Hệ trục tọa độ Descartes

Hệ trục tọa độ Descartes còn gọi là hệ tọa độ vuông góc thuận, gồm 3 trục tọa độ Ox, Oy, Oz đôi một vuông góc nhau, sao cho một đỉnh ắc thuận quay từ trục x sang trục y theo góc nhỏ thì đỉnh ắc sẽ tiến theo chiều trục z. Mỗi điểm trong không gian sẽ có tọa độ trên 3 trục là x,y,z như hình vẽ.



Hình 0.7: Các tọa độ của 1 điểm trong hệ tọa độ Descartes