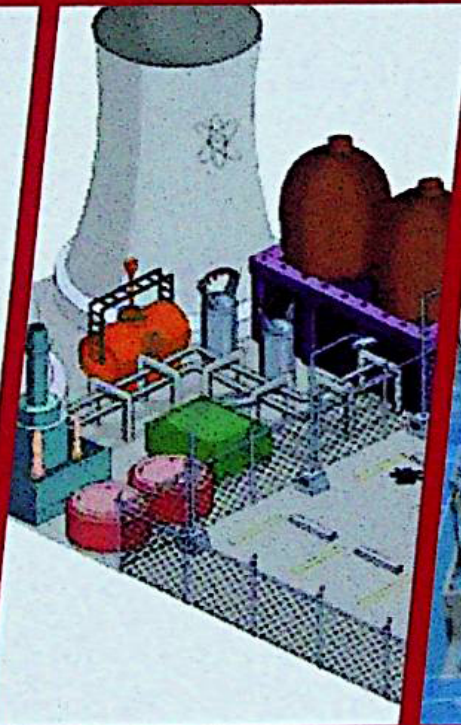
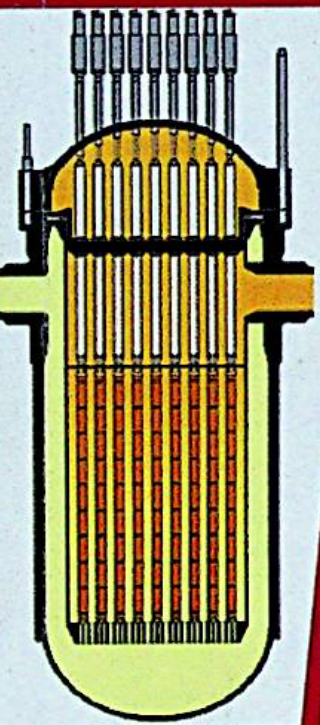


TỦ SÁCH NGÀNH
KỸ THUẬT HẠT NHÂN

VẬT LÝ LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

TS. TRẦN KIM TUẤN



ÊN
.K.T
831
2
3



* SKV 1 1 9 3 0 2 *



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

621.04831
T772-7883

TS. TRẦN KIM TUẤN

VẬT LÝ

LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

THƯ VIỆN TRƯỜNG ĐHSPT
SKVO 0119302

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

Nhu cầu tiêu thụ điện của Việt Nam trong tương lai được dự báo sẽ tăng gấp nhiều lần so với hiện nay, do vậy việc đảm bảo cung cấp điện cho nền kinh tế là một trong những thách thức lớn cho sự phát triển bền vững của đất nước. Điện hạt nhân được quan tâm bởi sự hội tụ những ưu điểm nội tại về mặt công nghệ – kinh tế và tính đến nay vẫn là giải pháp tốt cho vấn đề năng lượng của nhiều quốc gia. Điều kiện chính trị, kỹ thuật công nghệ, kinh tế và môi trường trên thế giới đã và đang thay đổi theo xu hướng thuận lợi, giúp cho triển vọng phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam trở nên sáng sủa hơn.

Ngày 25/11/2009, Quốc hội khóa XII đã thông qua chủ trương đầu tư Dự án Điện hạt nhân Ninh Thuận. Ngày 18/8/2010 Đề án “Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, trong đó đến năm 2020 sẽ đào tạo được nguồn nhân lực đủ về số lượng và chất lượng để phục vụ cho Dự án Đưa điện hạt nhân vào Việt Nam.

Cuốn sách “*Vật lý lò phản ứng hạt nhân*” được biên soạn nhằm phục vụ cho việc đào tạo và học tập của sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Hạt nhân của Viện Kỹ thuật Hạt nhân và Vật lý Môi trường, trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Cuốn sách cũng là tài liệu tham khảo cho sinh viên các trường đại học khác và các độc giả có quan tâm đến vấn đề năng lượng hạt nhân. Nội dung cuốn sách giới thiệu về các quá trình mà neutron được sinh ra, khuếch tán, làm chậm và tạo ra phản ứng phân hạch dây chuyền trong lò phản ứng hạt nhân. Độc giả có thể tìm hiểu về các phương pháp tính toán các thông số cơ bản trong lò phản ứng hạt nhân ở trạng thái tới hạn, từ đó có thể phân tích lò hay tính toán thiết kế lò phản ứng. Sách cũng giúp người đọc nắm được sơ lược cấu trúc lò phản ứng hạt nhân và giới thiệu các loại lò phản ứng hạt nhân năng lượng phổ biến nhất hiện nay trên thế giới.

Tuy cuốn sách đã được biên soạn cẩn thận và công phu, nhưng không thể tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp để cuốn sách ngày càng hoàn chỉnh hơn trong những lần xuất bản tiếp theo.

Xin chân thành cảm ơn các ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Hà Nội, tháng 2 năm 2015

Tác giả

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
Chương 1. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA NOTRON	9
1.1. Một số tính chất vật lý của notron tự do.....	9
1.1.1. Lịch sử phát hiện notron	9
1.1.2. Khối lượng của notron	10
1.1.3. Phân rã β	11
1.1.4. Spin của notron	11
1.1.5. Mômen từ của notron.....	11
1.1.6. Điện tích của notron.....	12
1.1.7. Phân loại notron theo năng lượng.....	12
1.2. Tương tác của notron với vật chất	13
1.2.1. Tán xạ đàn hồi (n, n).....	13
1.2.2. Tán xạ không đàn hồi (n, n').....	13
1.2.3. Các phản ứng hạt nhân	13
1.3. Đặc trưng và cơ chế của phản ứng hạt nhân gây bởi notron.....	15
1.3.1. Tiết diện tương tác	15
1.3.2. Quãng chạy tự do trung bình	16
1.3.3. Phân loại cơ chế phản ứng hạt nhân gây bởi notron	18
1.3.4. Hạt nhân hợp phần	19
1.3.5. Công thức Breit – Wigner	22
1.3.6. Tiết diện tương tác trong vùng liên tục	25
Bài tập chương 1	25
Chương 2. NGUỒN NOTRON	31
2.1. Một số đặc trưng của nguồn notron.....	31
2.1.1. Cường độ nguồn	32
2.1.2. Hiệu suất phản ứng sinh notron	33
2.1.3. Phân bố năng lượng	34

2.2.	Nguồn neutron dạng (α, n)	35
2.2.1.	Phản ứng (α , n)	35
2.2.2.	Nguồn Ra-Be	36
2.2.3.	Các nguồn neutron (α , n) khác	36
2.3.	Nguồn neutron từ các phản ứng hạt nhân khác	40
2.3.1.	Nguồn neutron (γ , n).....	40
2.3.2.	Nguồn neutron (p, n)	43
2.3.3.	Nguồn neutron (d, n)	45
2.3.4.	Các nguồn neutron từ đồng vị phân hạch	46
2.4.	Thu neutron trong lò phản ứng hạt nhân	48
Chương 3. KHUẾCH TÁN NOTRON		53
3.1.	Mô tả trường neutron	53
3.1.1.	Mật độ neutron, mật độ thông lượng, dòng neutron	54
3.1.2.	Phương trình vận chuyển neutron dạng tổng quát	58
3.1.3.	Dạng tích phân của phương trình vận chuyển	60
3.2.	Lý thuyết cơ sở về khuếch tán neutron	65
3.2.1.	Định luật Fick trong vận chuyển neutron	65
3.2.2.	Nghiệm tiệm cận của phương trình vận chuyển	69
3.2.3.	Thông lượng neutron ở bề mặt giới hạn của môi trường tán xạ	71
3.2.4.	Mật độ dòng neutron ở lân cận bề mặt giới hạn của môi trường tán xạ	74
Bài tập chương 3		76
Chương 4. LÀM CHẬM NOTRON – PHỔ NOTRON NHIỆT		81
4.1.	Tán xạ neutron – một số đại lượng cơ bản	82
4.2.	Mật độ va chạm, mật độ làm chậm, lethargy	88
4.3.	Làm chậm neutron trong môi trường chứa hydro	91
4.3.1.	Môi trường không hấp thụ neutron	92
4.3.2.	Môi trường có hấp thụ neutron	92
4.4.	Làm chậm neutron trong các môi trường nặng $A \gg 1$	94
4.4.1.	Môi trường làm chậm không hấp thụ neutron	94
4.4.2.	Môi trường làm chậm có hấp thụ neutron	97

4.5. Tích phân cộng hưởng	100
4.5.1. Định nghĩa tích phân cộng hưởng	100
4.5.2. Tính tích phân cộng hưởng bằng công thức Breit–Wigner	102
4.5.3. Sự mở rộng cộng hưởng do hiệu ứng Doppler	103
4.5.4. Tính tích phân cộng hưởng khi kể tới hiệu ứng Doppler	105
4.6. Lý thuyết tuổi và phương trình khuếch tán phụ thuộc thời gian	107
4.7. Phổ dừng của trường neutron nhiệt	109
4.7.1. Phân bố Maxwell theo năng lượng	110
4.7.2. Tính toán nhiệt hóa đối với phổ neutron dừng	111
4.7.3. Phổ dừng phụ thuộc không gian	116
4.8. Phương trình khuếch tán đối với neutron nhiệt	119
Bài tập chương 4	123
Chương 5. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH DÂY CHUYỀN GÂY BỞI NOTRON	127
5.1. Phân hạch hạt nhân	127
5.1.1. Vật lý phân hạch	127
5.1.2. Tiết diện phân hạch	129
5.1.3. Neutron phân hạch	131
5.1.4. Phản ứng phân hạch dây chuyền gây bởi neutron. Hệ số nhân neutron	134
5.1.5. Nhiên liệu phân hạch hạt nhân	136
5.2. Các thành phần của lò phản ứng hạt nhân	141
5.3. Các loại lò phản ứng hạt nhân năng lượng	145
5.3.1. Lò phản ứng nước áp lực	147
5.3.2. Lò phản ứng nước sôi	150
5.3.3. Lò phản ứng nước nặng	154
5.3.4. Lò phản ứng khí làm mát	157
5.3.5. Lò phản ứng nhanh tái sinh kim loại lỏng	159
5.3.6. Lò phản ứng graphite ống áp lực	162
Bài tập chương 5	164

Chương 6. LÝ THUYẾT Lò PHẢN ỨNG HẠT NHÂN.....	170
6.1. Phương trình lò phản ứng hạt nhân một nhóm	170
6.2. Các dạng hình học cơ bản của lò phản ứng hạt nhân trần đồng nhất	175
6.2.1. Lò phản ứng dạng bản phẳng.....	175
6.2.2. Lò phản ứng dạng hình cầu	178
6.2.3. Lò phản ứng dạng hình trụ	180
6.2.4. Tỷ số cực đại trên trung bình của thông lượng và năng lượng	183
6.3. Phương trình tới hạn một nhóm	186
6.4. Lò phản ứng hạt nhân nhiệt	189
6.4.1. Công thức bốn thành phần	190
6.4.2. Tính toán tới hạn	192
6.4.3. Các bài toán tính toán ứng dụng	196
6.5. Lò phản ứng phản xạ	202
6.5.1. Các vấn đề trong lò phản ứng phản xạ	202
6.5.2. Thông lượng trong lò phản ứng neutron nhiệt phản xạ	209
6.5.3. Độ tiết kiệm phản xạ	210
6.6. Tính toán nhiều nhóm cho lò phản ứng hạt nhân	213
6.7. Lò phản ứng hạt nhân không đồng nhất	216
6.7.1. Đặt vấn đề	216
6.7.2. Giá trị của η_T	218
6.7.3. Sự sử dụng nhiệt	219
6.7.4. Xác suất tránh hấp thụ cộng hưởng	222
6.7.5. Sự phân hạch nhanh	224
6.7.6. Giá trị của k_∞	224
Bài tập chương 6	226

**Chương 7. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN SỐ TRONG
VẬN CHUYỂN NOTRON..... 233**

7.1. Phương pháp tính toán số cho phương trình vận chuyển phụ thuộc góc không gian	234
7.1.1. Phương pháp hàm cầu điều hòa P_N	234
7.1.2. Phương pháp vi phân hữu hạn S_N	239

7.2.	Phương pháp tính toán số cho phương trình vận chuyển phụ thuộc không gian	242
7.2.1.	Phương trình khuếch tán một chiều	242
7.2.2.	Quy trình tính loại bỏ phía trước/thay thế phía sau	244
7.2.3.	Phương pháp lặp cho số hạng nguồn phân hạch	245
7.2.4.	Phương trình vi phân hữu hạn hai chiều	246
7.2.5.	Giới hạn của không gian lưới	248
7.3.	Phương trình vận chuyển phụ thuộc thời gian	249
7.3.1.	Phương pháp gần đúng đóng	250
7.3.2.	Phương pháp gần đúng mở	250
7.4.	Phương pháp nhiều nhóm năng lượng cho phương trình vận chuyển neutron	250
	Bài tập chương 7	256
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	258
	PHỤ LỤC	260
	Phụ lục A. Một số hằng số vật lý	260
	Phụ lục B. Một số công thức và hàm toán học hữu dụng.....	262
	CHỈ MỤC.....	268



CHÀO MỪNG 60 NĂM TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

www.hust.edu.vn

Viện Kỹ thuật Hạt nhân và Vật lý Môi trường được thành lập theo Quyết định số 1534/QĐ- BGDĐT ngày 04 tháng 04 năm 2008 của Bộ Giáo dục và Đào tạo, nhằm đáp ứng yêu cầu cấp thiết của nước ta về phát triển nhân lực kỹ thuật hạt nhân để đẩy mạnh ứng dụng năng lượng nguyên tử trong các lĩnh vực kinh tế, đời sống và môi trường, trong đó bao gồm cả việc xây dựng và sử dụng các nhà máy điện hạt nhân ở Việt Nam.

Viện Kỹ thuật Hạt nhân và Vật lý Môi trường có tiền thân là Bộ môn Vật lý Hạt nhân thuộc Khoa Toán Lý, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội được quyết định chính thức thành lập năm 1970. Kỹ thuật Hạt nhân tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội do vậy là một Chương trình đào tạo về kỹ thuật - công nghệ hạt nhân đầu tiên ở Việt Nam.

Để ngày càng nâng cao chất lượng giảng dạy, Viện Kỹ thuật Hạt nhân và Vật lý Môi trường luôn tăng cường hơn nữa tính hiện đại của Chương trình đào tạo, tăng cường cách tiếp cận liên ngành, tạo điều kiện tốt nhất cho sinh viên và cán bộ để có thể đạt những thành tích cao trong các hoạt động học tập và nghiên cứu khoa học, xứng tầm là một đơn vị đào tạo chủ chốt cho nguồn nhân lực kỹ thuật hạt nhân của Việt Nam.



8 935221 821641

Giá: 125.000 đồng

ISBN: 978-604-93-8762-3



9 786049 387623