BASIC NUCLEAR ENGINEERING

ARTHUR R. FOSTER and ROBERT L. WRIGHT, JR.

SKN000734

Basic Nuclear Engineering

THƯ-VIỆN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIÁO DỤC

ARTHUR R. FOSTER
Northeastern University
Chairman, Department of Mechanical Engineering

and

ROBERT L. WRIGHT, Jr
Postal Service Management Institute
Mechanical Engineering Specialist

Allyn and Bacon
Boston

THƯ VIỆN TRƯỜNG ĐHSPKT
E D.667 553

THƯ VIỆN TRƯỜNG ĐHSPKT
SKN 000134

Contents

1 Introduction	Energy sources	1
	Nuclear fuels	3
	Fission	5
	Reactor use and classification	7
	Reactor design problems	15
	History	17
	The nuclear industry	22
2 Atomic Structure	The atom	24
	Binding energies	27
	Relativistic velocities	30
	Energy levels in an atom	30
	X-rays and *Bremsstrahlung*	34
	Atomic bonding	35
	Nuclear structure and binding forces	36

3 The Decay of Radioactive Nuclei	Natural radioactivity	39
	Radioactive decay processes	41
	Complex decay schemes	46
	Decay rates and half-lives	46
	Compound decay	49
4 Nuclear Reactions	The compound nucleus	55
	Fission	61
	Conversion of fertile nuclei	64
	Fusion	65
	High energy reactions	73
5 Radiation Detection	Heavy charged particles	83
	Light charged particles	87
	Gamma- and X-rays	90
	Neutrons	92
	Electrostatic charge accumulating instrument	93
	Simplest ionization type detector	94
	Ion chambers	96
	Proportional counters	97
	Geiger-Müller counters	98
	Scintillation counters	100
	Neutron detectors	104
	Fission chambers	105
	Fast neutron detectors	106
	Solid state detectors	106
	Statistics	110
6 Health Physics and Biological Radiation Protection	Units and measurements	115
	Exposure and biological damage	120
	External effects, internal effects, and treatment	123
	Exposure protection guides	125
	Shielding	126

7 Radioisotope Applications

Categories of radioisotopes 133
Industrial applications 134
Power generators 138
Thermoelectric converters 140
Thermionic converters 144
Isotope fuels 145
Carbon^{14} dating 148
Food processing 149
Agriculture 151
Medicine 151

8 Neutron Interactions

Cross sections 155
Neutron interactions 156
Attenuation of a neutron beam 157
Mean free path 158
Neutron cross sections 160
Thermal neutron velocity (energy) distribution 162
Corrected absorption cross sections 164
Neutron flux 164
Neutron activation 165
Neutron activation analysis 168
Flux determination by foil irradiation 168
Slowing down of neutrons 170
Scatter in the *COM* system 174
Logarithmic energy decrement 175
Macroscopic slowing down power 177
Moderating ratio 177
Average value of the cosine of the scattering angle 178
Transport mean free path 180

9 The Steady State Reactor Core

Infinite multiplication factor 183
Four-factor equation 184
Calculation of resonance escape probability 187
Heterogeneous cores 190
Neutron current density 192
Development of diffusion equation 194
Infinite slab reactor 198
Flux distribution in a rectangular parallelopiped 201
Spherical reactor core 204
Power developed by a spherical core 206
Cylindrical core 207
Reflected reactor core 208
Spherical core with finite reflector 208
Two-group theory 215
Multigroup calculations 221

10 Transient Reactor Behavior and Control

Neutron lifetime 225
Reactivity 227
Delayed neutrons 228
Average neutron lifetime 230
Effect of delayed neutrons 230
Diffusion equation for a transient reactor 231
Units of reactivity 234
Limiting cases of Δk_{eff} 236
Natural reactivity changes 237
Temperature effects on reactivity 238
Fission product accumulation 242
Fission product poisoning after shutdown 245
Fuel depletion 247
Resonance absorption by U^{238} 248
Thermal absorption by U^{238} 248
Reactivity change in a uranium reactor 248

11 Radiation Damage and Reactor Materials Problems

Radiation damage to crystalline solids 252
Amorphous materials 256
Temperature and mobility effects 256
Increase in transition temperature for BCC metals 258
Graphite 260
Nuclear fuels 263

12 Nuclear Heat Transfer

Heat transfer from fuel elements 294
Temperature distribution along a fuel rod in a cooling channel 301
Burnout in water-cooled reactors 303
Boiling 303
Use of DNB-1 data in design 308
Nuclear superheat 311

13 Nuclear Reactors

Effect of size on plant cost 319
Fuel burnup 321
Nuclear power costs 322
Pressurized water reactors 324
Boiling water reactors 329
Comparison of dual and single cycle BWR's 335
Gas-cooled reactors 336
Heavy water moderated organic cooled reactors 339
MSBR: A thermal breeder reactor 345
Fast reactors 348
Dual purpose power-desalination reactors 352

Appendixes

A. Nuclear Data for Various Elements and Isotopes 361
B. Various Convenient Constants 365
C. Useful Conversion Factors 365
D. Table of Radioisotopes 366

Answers to Selected Problems 368

Index 373

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

THƯ VIỆN

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !

THƯ VIỆN

Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
http://www.thuvienspkt.edu.vn – http://thuvien.hcmute.edu.vn

Thông tin tài trợ!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

THƯ VIỆN

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !

THƯ VIỆN

Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
http://www.thuvienspkt.edu.vn – http://thuvien.hcmute.edu.vn

Thông tin tài trợ!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....