

ANEXO IV

PROGRAMA DA PROVA GERAL

FUNDAMENTOS DE FÍSICA ATÔMICA E NUCLEAR

Estrutura da Matéria:

- estrutura do átomo, do núcleo;
- equivalência entre massa e energia;
- transições atômicas e nucleares.

Radiações Eletromagnéticas e Radiações Ionizantes:

- origem, conceito;
- radioatividade: tipos de desintegração, atividade, decaimento, constante de desintegração, meia-vida física,
- vida-média, séries radioativas naturais, equilíbrio secular;
- tipos e propriedades das partículas alfa, beta, nêutrons, radiações x e gama;
- fontes de radiação naturais, artificiais.

Interação da Radiação com a Matéria:

- ionização, excitação e ativação;
- efeito fotoelétrico, espalhamento Compton, formação de pares;
- transferência de energia;
- atenuação;
- energia das radiações, alcance, penetração.

EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES

Mecanismos de interação das radiações com o tecido humano.

Efeitos biológicos provocados pela radiação:

- tempo de latência;
- danos radioinduzidos, reversibilidade ou não do dano;
- transmissividade nas células.

Transferência linear de energia e eficácia biológica relativa.

Efeitos estocásticos e efeitos determinísticos.

Meia-vida biológica e meia-vida efetiva.

SEGURANÇA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Princípios Básicos de Proteção Radiológica: justificção, limitação de dose e otimização.

Restrição de dose.

Segurança radiológica: proteção física, defesa em profundidade, boas práticas de engenharia.

Grandezas e unidades empregadas em proteção radiológica.

Fatores de proteção radiológica:

- tempo de exposição;
- lei do inverso do quadrado da distância;
- blindagem para as diversas radiações.

Classificação de áreas.

Noções de cálculo de blindagem X e gama.

Resposta a emergências radiológicas: fase inicial, fase intermediária ou de controle e fase final ou fase de recuperação.

Descontaminação.

Regulamentação e Diretrizes Básica em Proteção Radiológica.

INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR E ESTATÍSTICA – MEDIÇÃO

Princípios de detecção da radiação.

Detectores de Radiação

Propriedades dos instrumentos de medição:

- equilíbrio eletrônico;
- dependência energética, direcional;
- eficiência intrínseca, tempo morto;
- aferição/calibração.

Estatística:

- fundamentos da teoria estatística;
- determinação de incertezas nas medidas;
- média aritmética, média ponderada, mediana, moda;
- variância, desvio padrão e coeficiente de variação;
- intervalo de confiança.

Controle operacional de equipamentos, operação, manutenção preventiva.

Procedimentos para calibração/aferição.

Monitoração: de área e individual externa e interna (exposição e contaminação).

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS

Origem dos rejeitos radioativos (atividades geradoras de rejeitos);

Critérios de exclusão, isenção e dispensa de requisitos de proteção radiológica;

Princípios da gerência de rejeitos radioativos.

Classificação dos rejeitos radioativos

Requisitos gerais da gerência de rejeitos radioativos

Segregação, acondicionamento, identificação, registro e tratamento

Armazenamento inicial, armazenamento intermediário e deposição de rejeitos

Dispensa de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos

TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS

Especificações sobre materiais radioativos para fins de transporte.

Seleção do tipo de embalado

Requisitos de projeto para embalados

Radioproteção e segurança no transporte.

Responsabilidades e requisitos administrativos.

BIBLIOGRAFIA

1. Norma CNEN NN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf> e respectivas **Posições Regulatórias**:
 - 1.1. 3.01 / 001:2011 - Critérios de exclusão, isenção e dispensa de requisitos de proteção radiológica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_01.pdf
 - 1.2. 3.01 / 002:2011 - Fatores de ponderação para as grandezas de proteção radiológica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_02.pdf
 - 1.3. 3.01 / 003:2011 - Coeficientes de dose para indivíduos ocupacionalmente expostos; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_03.pdf
 - 1.4. 3.01 / 004:2011 - Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_04.pdf
 - 1.5. 3.01 / 005:2011 - Critérios de cálculo de dose efetiva a partir da monitoração individual; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_05.pdf
 - 1.6. 3.01 / 006:2011 - Medidas de proteção e critérios de intervenção em situações de emergência; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_06.pdf
 - 1.7. 3.01 / 007:2005 - Níveis de intervenção e de ação para exposição crônica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_07.pdf
 - 1.8. 3.01 / 008:2011 - Programa de monitoração radiológica ambiental; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_08.pdf
 - 1.9. 3.01 / 009:2011 - Modelo para elaboração de relatórios de programa de monitoração radiológica ambiental; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_09.pdf
 - 1.10. 3.01 / 010:2011 - Níveis de dose para notificação à CNEN; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_10.pdf
 - 1.11. 3.01 / 011:2011 - Coeficientes de Dose para Exposição do Público; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_11.pdf
1. Norma CNEN NE 3.02 Serviços de Radioproteção. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm302.pdf>
2. Norma CNEN NN 7.01 Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm701.pdf>
3. Norma CNEN NE 5.01 Transporte de Materiais Radioativos e respectiva Posição Regulatória. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm501.pdf>
4. Norma CNEN NN 8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm801.pdf>

5. Norma CNEN NN 8.02 Licenciamento de Depósitos de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm802.pdf>
6. Attix, F. H. - Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry - J. Wiley and Sons, New York, 2000.
7. Bitelli, T. - Física e Dosimetria das Radiações. Ed. Atheneu. 2ª edição. 2006.
8. Chung, K. C. Introdução a Física Nuclear. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2001.
9. Eric J. Hall, E.J.; Giaccia, A.J. Radiobiology for the radiologist. 7 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
10. Glenn F. Knoll - Radiation Detection and Measurement, 4ª Edição. John Wiley & Sons, Inc. 2010.
11. Heilbron Filho, P.F. et alli. - Segurança Nuclear e Proteção do Meio Ambiente, E-papers Serviços Editoriais, Rio de Janeiro, 2004.
12. Okuno, Emico & Yoshimura, Elizabeth - Física das Radiações, 1ª Edição. Oficina de Textos, 2010.
13. Tauhata, L., et al. - Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos – IRD/CNEN, 10ª Revisão, 2014. Disponível em : <http://www.ird.gov.br/index.php/material-didatico/send/36-apostilas/105-radioprotecao-e-dosimetria-fundamentos-final-i>
14. Tsoulfanidis, N. - Measurement and Detection of Radiation - Hemisphere Publishing Corporation, 1995.
15. Xavier, A.M. et al. – Princípios de Segurança e Proteção Radiológica, 3ª Edição, Revisada e Ampliada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2014. Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/Princ%C3%ADpios_B%C3%A1sicos_de_Seguran%C3%A7a_Prote%C3%A7%C3%A3o_Radiol%C3%B3gica.pdf
16. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA - Occupational Radiation Protection - General Safety Guide 7. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1785_web.pdf
17. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA. Safety Guide No. RS-G-1.8, Environmental and source monitoring for purposes of radiation protection, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1216_web.pdf
18. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA General Safety Guide 8. Radiation Protection of the Public and the Environment, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1781_web.pdf
19. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA General Safety Guide N° GSG-1, Classification of radioactive waste, Vienna, International Atomic Energy Agency, 2009. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1419_web.pdf

LEIA-SE

BIBLIOGRAFIA

1. Norma CNEN NN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf> e **respectivas Posições Regulatórias:**
 - 1.1. 3.01 / 001:2011 - Critérios de exclusão, isenção e dispensa de requisitos de proteção radiológica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_01.pdf
 - 1.2. 3.01 / 002:2011 - Fatores de ponderação para as grandezas de proteção radiológica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_02.pdf
 - 1.3. 3.01 / 003:2011 - Coeficientes de dose para indivíduos ocupacionalmente expostos; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_03.pdf
 - 1.4. 3.01 / 004:2011 - Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_04.pdf
 - 1.5. 3.01 / 005:2011 - Critérios de cálculo de dose efetiva a partir da monitoração individual; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_05.pdf
 - 1.6. 3.01 / 006:2011 - Medidas de proteção e critérios de intervenção em situações de emergência; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_06.pdf
 - 1.7. 3.01 / 007:2005 - Níveis de intervenção e de ação para exposição crônica; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_07.pdf
 - 1.8. 3.01 / 008:2011 - Programa de monitoração radiológica ambiental; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_08.pdf
 - 1.9. 3.01 / 009:2011 - Modelo para elaboração de relatórios de programa de monitoração radiológica ambiental; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_09.pdf
 - 1.10. 3.01 / 010:2011 - Níveis de dose para notificação à CNEN; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_10.pdf
 - 1.11. 3.01 / 011:2011 - Coeficientes de Dose para Exposição do Público; Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_11.pdf
2. Norma CNEN NE 3.02 Serviços de Radioproteção. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm302.pdf>
3. Norma CNEN NN 7.01 Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm701.pdf>
4. Norma CNEN NE 5.01 Transporte de Materiais Radioativos e respectiva Posição Regulatória. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm501.pdf>

5. Norma CNEN NN 8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm801.pdf>
6. Norma CNEN NN 8.02 Licenciamento de Depósitos de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm802.pdf>
7. Attix, F. H. - Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry - J. Wiley and Sons, New York, 2000.
8. Bitelli, T. - Física e Dosimetria das Radiações. Ed. Atheneu. 2ª edição. 2006.
9. Chung, K. C. Introdução a Física Nuclear. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2001.
10. Eric J. Hall, E.J.; Giaccia, A.J. Radiobiology for the radiologist. 7 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
11. Glenn F. Knoll - Radiation Detection and Measurement, 4ª Edição. John Wiley & Sons, Inc. 2010.
12. Heilbron Filho, P.F. et alli. - Segurança Nuclear e Proteção do Meio Ambiente, E-papers Serviços Editoriais, Rio de Janeiro, 2004.
13. Okuno, Emico & Yoshimura, Elizabeth - Física das Radiações, 1ª Edição. Oficina de Textos, 2010.
14. Tauhata, L., et al. - Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos – IRD/CNEN, 10a Revisão, 2014. Disponível em : <http://www.ird.gov.br/index.php/material-didatico/send/36-apostilas/105-radioprotecao-e-dosimetria-fundamentos-final-i>
15. Tsoulfanidis, N. - Measurement and Detection of Radiation - Hemisphere Publishing Corporation, 1995.
16. Xavier, A.M. et al. – Princípios de Segurança e Proteção Radiológica, 3a Edição, Revisada e Ampliada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2014. Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/Princ%C3%ADpios_B%C3%A1sicos_de_Seguran%C3%A7a_Prote%C3%A7%C3%A3o_Radiol%C3%B3gica.pdf
<http://www.cnen.gov.br/component/content/article?id=170>
17. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA - Occupational Radiation Protection - General Safety Guide 7. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1785_web.pdf
18. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA. Safety Guide No. RS-G-1.8, Environmental and source monitoring for purposes of radiation protection, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1216_web.pdf
19. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA General Safety Guide 8. Radiation Protection of the Public and the Environment, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1781_web.pdf
20. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA General Safety Guide N° GSG-1, Classification of radioactive waste, Vienna, International Atomic Energy Agency, 2009. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1419_web.pdf