



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
DIRETORIA DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NUCLEAR

**CERTIFICAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO DE SUPERVISOR DE PROTEÇÃO
RADIOLÓGICA**
2024

– PROVA GERAL –
CLASSE II

Nome do Candidato:

Número de CPF:

Assinatura:

Data: 05/09/2024

Obs. – As instruções para a realização da prova encontram-se na folha seguinte.

INSTRUÇÕES

1. Coloque o seu nome bem legível nos espaços indicados.
2. Use somente o papel fornecido pelos examinadores.
3. Não será permitido empréstimo de qualquer material durante a prova.
4. Durante a realização da prova não é permitido utilizar quaisquer dispositivos como bip, telefone celular, smartwatch, walkman, agenda eletrônica, notebook, palmtop, laptop, tablet, receptor, gravador, câmera fotográfica, filmadora, MP-3, MP-4 e demais dispositivos similares.
5. É permitido apenas o uso de calculadora científica.
6. Nenhuma folha deve ser destacada.
7. As questões certas ganham pontos e as questões erradas não anulam pontos de questões certas.
8. Só é permitida a saída da sala da prova após **1 hora** do início da mesma e o candidato poderá levar o caderno de questões e a folha de resposta rascunho.
9. O antepenúltimo e o penúltimo candidato só poderão deixar a sala de aplicação da prova juntamente com o último candidato. Os três candidatos testemunharão o novo lacre dos envelopes bem como as assinaturas dos monitores de prova e dos três candidatos.
10. Utilize para as respostas definitivas da prova apenas a folha de respostas assinalando com caneta de tinta preta ou azul. Respostas a lápis **não serão consideradas** pela banca examinadora para fins de correção.
11. Cada questão múltipla escolha vale 0,5 ponto, totalizando 10 pontos.
12. Para cada questão, assinale apenas 1 opção como resposta. Em caso de mais de 1 opção assinalada no cartão resposta, será atribuída pontuação zero.
13. Assinale a alternativa do cartão resposta como no modelo abaixo

QUESTÃO	X	Y	Z	W	K
##					

Nome: _____

QUESTÕES

1) Nêutrons são partículas que compõem o núcleo atômico e possuem elevada capacidade de ionização da matéria. É **CORRETO** afirmar que:

- a) Nêutrons ionizam diretamente a matéria através da interação eletromagnética com os elétrons atômicos.
- b) Um nêutron pode decair em um processo que produz um próton, um elétron e um anti-neutrino do elétron.
- c) Na reação de captura de um nêutron por um núcleo de hidrogênio, é produzida uma partícula conhecida como “Trício”.
- d) As energias dos nêutrons encontrados na natureza são sempre acima de 511 keV.
- e) O próton decai espontaneamente em um nêutron e um anti-neutrino do elétron.

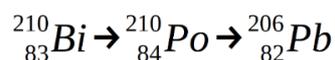
2) O ^{90}Y decai por emissão beta, emitindo partículas cuja energia máxima é de 2,28 MeV. O alcance médio destas partículas no poliestireno é 1,1 g/cm² e sua densidade é 1,4 g/cm³. Assinale a alternativa que apresenta **CORRETAMENTE** a espessura mínima necessária para blindar estas partículas beta no poliestireno:

- a) 7,8 cm.
- b) $1,1 \times 10^{-1}$ cm.
- c) $7,8 \times 10^{-1}$ cm.
- d) $5,0 \times 10^{-1}$ cm.
- e) 1,1 cm.

3) A massa de repouso de um elétron é de aproximadamente 511 keV/c². Considere que 1 eV corresponde a $1,60 \times 10^{-19}$ J e que a velocidade da luz “c” é de cerca de $3,00 \times 10^8$ m/s. Assinale a alternativa **CORRETA** que apresenta esta massa em unidades do SI:

- a) $5,11 \times 10^{-19}$ kg.
- b) $5,11 \times 10^{-29}$ kg.
- c) $1,84 \times 10^{-31}$ kg.
- d) $9,27 \times 10^{-31}$ kg.
- e) $9,27 \times 10^{-29}$ kg.

4) Na série de decaimento do ^{238}U , um dos elementos produzidos é o ^{210}Bi , que gera o elemento estável ^{206}Pb através dos seguintes decaimentos:



É **CORRETO** afirmar que as partículas emitidas nesta sequência são, respectivamente:

- a) β^- e α
- b) β^- e β^+
- c) γ e α
- d) α e β^+
- e) p e n

Nome: _____

5) O ácido desoxirribonucleico (*deoxyribonucleic acid – DNA*) é considerado um dos mais importantes alvos da radiação ionizante em sistemas biológicos. Sobre as lesões causadas pela radiação ionizante no DNA, analise as afirmativas a seguir:

- I. Podem ser corrigidas através de vias celulares de reparo de DNA.
- II. Podem provocar atraso no processo da divisão celular.
- III. Podem provocar perda da integridade reprodutiva celular.
- IV. Podem provocar morte celular.
- V. Tem consequências apenas nas células diretamente irradiadas.

Estão **CORRETAS** as afirmativas:

- a) I, II e III apenas
- b) I, II, III e IV apenas
- c) II, III e IV apenas
- d) II, III e V apenas
- e) I, III, IV e V apenas

6) A exposição à radiação ionizante pode causar muitos efeitos nocivos à saúde. Tais efeitos foram classificados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (*International Commission on Radiological Protection – ICRP*) em efeitos determinísticos (reações teciduais) e estocásticos. Em relação aos efeitos da radiação ionizante na saúde humana, relacione a coluna I com a coluna II e assinale a alternativa que apresenta a sequência **CORRETA**:

I	II
() Têm origem em células viáveis contendo alterações permanentes no DNA	1. Efeitos determinísticos (reações teciduais)
() Têm origem na morte de muitas células em um órgão ou tecido	
() Considera-se que apresentam um limiar de dose, abaixo do qual não são observados	
() A gravidade do efeito no indivíduo exposto não tem relação com a dose	2. Efeitos estocásticos
() Podem ser imediatos (horas, dias ou semanas) ou tardios (meses, anos ou décadas)	
() São exemplos o câncer radioinduzido e os efeitos hereditários da radiação	

- a) 1, 2, 1, 2, 1, 2.
- b) 1, 2, 2, 1, 2, 1.
- c) 2, 1, 1, 2, 1, 2.
- d) 2, 1, 1, 1, 2, 2.
- e) 2, 1, 2, 2, 1, 2.

Nome: _____

7) O programa de acompanhamento ao longo da vida de sobreviventes das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, é o maior, mais abrangente e mais detalhado estudo epidemiológico já realizado. Sobre os resultados deste estudo, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) Este estudo é a principal fonte de informação na qual se baseiam os regulamentos de proteção radiológica.
- b) Foram observadas relações significativas entre a exposição à radiação e o número de mortes subsequentes por leucemia e diversos tipos de tumores sólidos.
- c) Foi observado que o risco de morte por câncer radioinduzido depende de fatores como a idade e sexo do indivíduo exposto, entre outros.
- d) Foi observado um pequeno número de casos de retardo mental entre crianças que foram expostas a doses elevadas durante o período pré-natal.
- e) Foram observados muitos casos de doenças hereditárias nos descendentes dos indivíduos expostos, mesmo a baixas doses.

8) A exposição aguda de corpo inteiro a doses elevadas de radiação ionizante está associada a três principais tipos de síndrome: hematopoiética, gastrointestinal e neurovascular. Sobre essas síndromes, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) O intervalo para aparecimento, tipo, duração e evolução dos sintomas dependem da dose no indivíduo exposto.
- b) Os sinais e sintomas da síndrome hematopoiética são resultado da redução da concentração de alguns tipos de células sanguíneas.
- c) A taxa de letalidade após irradiação do corpo inteiro com doses elevadas depende apenas da dose total no indivíduo exposto, não sendo influenciada por nenhum outro fator.
- d) A síndrome gastrointestinal está associada a danos ao revestimento mucoso do trato gastrointestinal.
- e) A síndrome neurovascular ocorre após exposição a doses muito elevadas e geralmente resulta em rápida morte do indivíduo exposto, devido à disfunção cardiovascular e/ou neurológica.

9) Segundo a Norma CNEN NN 3.02, "Serviços de Radioproteção", o Serviço de Radioproteção deve desempenhar atividades específicas. Entre estas atividades, assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) Controle de trabalhadores.
- b) Controle de área.
- c) Controle de fontes de radiação e rejeitos.
- d) Controle de equipamento.
- e) Controle de custos.

Nome: _____

10) Sobre os critérios de isenção de requisitos de proteção radiológica, estabelecidos em normas pela CNEN, assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) Práticas ou fontes associadas a práticas podem ser isentas quando a dose efetiva esperada, a ser recebida por qualquer indivíduo do público devido àquela prática ou fonte, seja inferior ou da ordem de 10 mSv em qualquer período.
- b) Geradores de radiação estão isentos quando em condições de operação normal, não causem uma taxa de equivalente de dose ambiente ou equivalente de dose direcional maior do que 1 $\mu\text{Sv/h}$ a uma distância de 0,1 m de qualquer superfície acessível do aparelho.
- c) A isenção de qualquer instalação e atividade ou fonte individual está sujeita à aprovação da CNEN e independe de condições específicas de controle, uso ou deposição do material radioativo.
- d) A isenção de grandes quantidades de material radioativo com valores de concentração de atividade inferiores aos níveis de isenção necessita de maiores considerações por parte da CNEN, exceto quando a exposição não for excluída.
- e) Materiais contendo mais de um radionuclídeo podem ser isentos quando o produto das razões da atividade, ou concentração de atividade, pelo nível de isenção correspondente não deve exceder a 1 (μm).

11) Sobre os requisitos da Norma CNEN NN 2.06, "Proteção Física de Fontes Radioativas e Instalações Radiativas Associadas", assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) Os procedimentos operacionais do Sistema de Proteção Física devem ser estabelecidos de forma a minimizar interferências prejudiciais sobre as operações normais da instalação radiativa.
- b) Uma das responsabilidades do SPR, no tocante à Proteção Física, é manter sob controle as fontes radioativas.
- c) A equipe do serviço de segurança de uma instalação tem, dentre as suas responsabilidades, informar ao SPR qualquer evento anormal na instalação, que possa representar um risco à proteção física da fonte radioativa.
- d) Um Plano Preliminar de Proteção Física deve ser encaminhado a CNEN junto com a solicitação de Autorização de Construção.
- e) A proteção física de fontes radioativas é um conjunto de medidas que têm por objetivo – proteger as fontes radioativas contra roubo, furto ou qualquer outra forma de remoção não autorizada.

Nome: _____

12) Sobre os requisitos básicos de proteção radiológica estabelecidos na Norma CNEN NN 3.01, "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica", assinale a alternativa **INCORRETA**:

- a) As práticas que envolvam o uso frívolo de radiação ou substâncias radioativas em mercadorias ou produtos não são justificadas sempre que, por adição deliberada de substâncias radioativas ou por ativação, resultem em aumento de atividade nas mercadorias ou produtos associados.
- b) A exposição de pessoas para fins de demonstração ou treinamento não é justificada.
- c) O limite de dose anual efetiva de corpo inteiro para indivíduos do público é de 1 mSv, não podendo ser ultrapassado em nenhum período.
- d) A proteção radiológica deve ser otimizada de forma que a magnitude das doses individuais, o número de pessoas expostas e a probabilidade de ocorrência de exposições mantenham-se tão baixas quanto possa ser razoavelmente exequível, tendo em conta os fatores econômicos e sociais.
- e) Os limites de dose estabelecidos não se aplicam a exposições médicas de pacientes, acompanhantes e voluntários que eventualmente assistem pacientes.

13) O tempo morto de um detector de radiação deve sempre ser levado em consideração, pois pode influenciar a medição realizada pelo instrumento utilizado. Assinale a alternativa **CORRETA** sobre o conceito de tempo morto para detectores de radiação:

- a) Tempo morto é o tempo mínimo necessário para que um sistema de detecção seja capaz de separar dois eventos distintos em sequência, gerando dois sinais separados.
- b) Tempo morto é o tempo que uma carga gerada no volume sensível do detector leva para percorrer todo o comprimento do volume sensível.
- c) Tempo morto é o tempo mínimo necessário para formação de um pico de resolução em energia menor que 10 %.
- d) Tempo morto é o tempo mínimo necessário para um sistema de detecção ser capaz de gerar o primeiro sinal.
- e) Tempo morto é o tempo máximo necessário para um sistema de detecção ser capaz de gerar o primeiro sinal.

Nome: _____

14) Qual das alternativas abaixo sobre detectores de radiação por cintilação é **INCORRETA**?

- a) Contêm materiais que emitem luz visível ou ultravioleta quando excitados por radiação ionizante.
- b) Materiais cintiladores incluem cristais inorgânicos, como o NaI(Tl), e líquidos e plásticos orgânicos específicos.
- c) A eficiência de detecção de um cristal de NaI(Tl) depende fortemente da pureza e da estrutura cristalina do material, bem como do tipo de radiação incidente.
- d) São amplamente utilizados na espectroscopia de radiação gama devido à sua melhor resolução em energia, quando comparada com os detectores de semicondutores de germânio.
- e) Fotomultiplicadoras são frequentemente usadas em combinação com detectores de cintilação para converter a luz emitida em sinais elétricos amplificados.

15) Sobre a influência da energia da radiação incidente na resposta de um detector do tipo cintilador, assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) A energia da radiação incidente não influencia a resposta do detector.
- b) A energia da radiação incidente influencia a quantidade de luz emitida pelo material cintilador.
- c) A energia da radiação incidente influencia apenas a resolução temporal do detector.
- d) A energia da radiação incidente influencia a eficiência de coleta de luz do detector.
- e) A energia da radiação incidente influencia a pureza do material cintilador.

16) Sobre os detectores do tipo Geiger Muller, é **CORRETO** afirmar que:

- a) São usados somente para detectar radiação gama e partículas beta.
- b) Discriminam a energia das radiações.
- c) São feitos de material leve e fino, que permitem que elétrons e partículas alfa penetrem no volume sensível do detector.
- d) São usados somente quando acoplados a um pré-amplificador.
- e) Não podem ser utilizados para detectar radionuclídeos que emitam radiação gama.

Nome: _____

17) Entre as alternativas abaixo, assinale a **INCORRETA** sobre os requisitos da Norma CNEN NN 8.01, “Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação”:

- a) A liberação de efluentes líquidos e gasosos de instalações nucleares e instalações mínero-industriais no meio ambiente deve ser realizada considerando as restrições de dose efetiva estabelecidas em normas específicas da CNEN.
- b) As embalagens destinadas à segregação, à coleta, ao transporte e ao armazenamento de rejeitos isentos devem portar o símbolo internacional da presença de radiação, fixado de forma clara e visível.
- c) Rejeitos isentos contêm radionuclídeos com valores de atividade ou de concentração de atividade, em massa ou volume, inferiores ou iguais aos respectivos níveis de dispensa estabelecidos em norma específica da CNEN.
- d) Os rótulos portando o símbolo internacional indicativo de presença de radiação presentes nos rejeitos sólidos devem ser retirados ou descaracterizados, por ocasião de sua dispensa no sistema de coleta de resíduo urbano.
- e) Toda exportação de rejeito radioativo só poderá ser efetivada mediante autorização prévia da CNEN.

18) Uma empresa está interessada em realizar uma alteração técnica em seu depósito, de modo a aumentar sua capacidade de armazenamento. De acordo com a Norma CNEN NN 8.02, “Licenciamento de Depósitos de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação”, analise as afirmativas a seguir:

- I. Uma autorização para alteração técnica será concedida mediante verificação de que as alterações propostas satisfazem, no que lhes for aplicável, as condições estabelecidas no respectivo ato de licenciamento, na Autorização para Operação e na Autorização para Retirada de Operação.
- II. O aumento de capacidade de armazenamento não é importante para a segurança e, portanto, não há necessidade de autorização da CNEN.
- III. A CNEN deverá ser comunicada quando a alteração técnica estiver em curso.
- IV. Nenhuma alteração técnica de itens importantes para a segurança pode ser executada no depósito sem prévia autorização da CNEN.
- V. A solicitação para alteração técnica deve descrever e justificar detalhadamente as alterações propostas.

Estão **CORRETAS** as afirmativas:

- a) II e III, apenas.
- b) I e IV, apenas.
- c) III e V, apenas.
- d) I, IV e V, apenas.
- e) II, apenas.

Nome: _____

19) A Norma CNEN NN 5.01, "Regulamento para o Transporte Seguro de Materiais Radioativos", estabelece os requisitos necessários ao seu cumprimento. É **CORRETO** afirmar que tais requisitos são satisfeitos da seguinte maneira:

- a) Aplicando-se uma abordagem única para limitar os conteúdos radioativos em embalagens.
- b) Levando-se em consideração condições rotineiras de transporte, ou seja, com pequenos incidentes.
- c) Levando-se em consideração condições normais de transporte, ou seja, com previsão de ocorrência de acidentes.
- d) Especificando-se controles tais como itinerário ou proteção física no transporte
- e) Requerendo-se controles administrativos, incluindo, quando apropriado, aprovação das autoridades competentes.

20) De acordo com a Norma CNEN NN 5.05, "Requisitos de Projeto e de Ensaio para Certificação de Materiais Radioativos, Embalagens e Volumes", qual das alternativas abaixo **NÃO** representa um ensaio para demonstrar a capacidade de resistência de volumes em condições normais de transporte?

- a) Térmico.
- b) Jato de água.
- c) Queda livre.
- d) Empilhamento.
- e) Penetração.

Nome: _____

RASCUNHO

Nome: _____

RASCUNHO

Nome: _____

RASCUNHO

Nome: _____

RASCUNHO



Serviço Público Federal
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear

**CERTIFICAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO DE SUPERVISOR DE PROTEÇÃO
RADIOLÓGICA
Prova Geral – Classe II**

Data: 05 de setembro de 2024

Nome: _____

CPF: _____

FOLHA DE RESPOSTA

QUESTÃO	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

OBS: Esta folha resposta deverá ser devolvida aos monitores de prova.