CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO DE VAGAS EM CARGOS DE NÍVEL SUPERIOR
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – CNEN

INFORMAÇÕES SOBRE AS DEMAIS FASES DO CONCURSO

1. DA DEFESA DE MEMORIAL E DA PROVA ORAL PARA O CARGO DE PESQUISADOR CLASSE B PADRÃO I

As etapas de Defesa de Memorial e de Prova Oral para o cargo de Pesquisador, ambas de caráter eliminatório e classificatório, ocorrerão na mesma sessão, iniciando-se com a Defesa de Memorial e finalizando-se com a resposta da questão da Prova Oral.

A defesa de Memorial e a Prova Oral serão realizadas em sessão pública, de forma presencial para o(a) candidato(a) e o público em geral e remota para os integrantes da Banca Examinadora, e contará com a presença dos fiscais de sala e do cinegrafista.

Cada banca de avaliação será formada por 5 (cinco) examinadores.

Na Defesa de Memorial, o(a) candidato(a) apresentará à Banca Examinadora, com o suporte obrigatório do programa Microsoft PowerPoint, uma análise de trabalhos e projetos realizados, demonstrando a compatibilidade de seus conhecimentos e habilidades profissionais com as atividades e eventuais projetos a serem executados no perfil de atuação para o qual concorre. É de responsabilidade do candidato a apresentação do arquivo a ser utilizado e, em caso de falha do *hardware* de armazenamento, a banca não poderá ser responsabilizada.

A Defesa de Memorial consistirá na exposição da formação e da carreira do(a) candidato(a), com a descrição das atividades executadas ao longo da formação e do exercício profissional, incluindo a forma como eram executadas e os conhecimentos necessários para sua execução.

O(a) candidato(a) terá o tempo máximo de 10 (dez) minutos para fazer a apresentação de memorial e expor a respeito de sua formação e experiência profissional, procurando destacar as realizações que considerar mais relevantes.

Após a apresentação, o(a) candidato(a) será arguido pelos membros da Banca Examinadora acerca do conteúdo da apresentação, podendo cada um deles abordar, inclusive criticamente, a obra do(a) candidato(a), a quem caberá o direito de defesa.

Será de, no máximo, 15 (quinze) minutos a soma do tempo de apresentação de memorial, da arguição e das respectivas respostas do(a) candidato(a).

Cada membro da Banca Examinadora atribuirá notas cuja soma será de 0 (zero) a 10 (dez) pontos a cada candidato, e a nota final do(a) candidato(a) será a média aritmética das notas atribuídas.

Os seguintes critérios serão considerados pela Banca Examinadora para a avaliação do(a) candidato(a), cada um com valor de **2,5 (dois vírgula cinco) pontos**.

a) clareza da exposição;

b) formação portadora dos conhecimentos relacionados com o perfil escolhido;

c) experiência profissional alinhada com as atividades relacionadas com o perfil escolhido; e

d) conhecimento teórico e prático demonstrado durante a arguição.

A nota final do(a) candidato(a), na Prova Oral, será a soma das médias dos pontos atribuídos a cada critério de avaliação pelos componentes da banca examinadora, excluídas a maior e a menor nota atribuídas. Persistindo a duplicidade na maior ou na menor nota, será excluída apenas uma delas. Não haverá de debate entre os examinadores para definição das notas ou discussão a respeito da apresentação do(a) candidato(a).

Imediatamente após o encerramento da apresentação da Defesa de Memorial, terá início a apresentação da Prova Oral.

A Prova Oral, de caráter eliminatório e classificatório, valerá 20 (vinte) pontos e versará acerca das áreas de conhecimento estabelecidas no Anexo I do Edital Normativo, considerando a ênfase indicada para cada perfil destacado.

Para cada ênfase, foram elaboradas 4 (quatro) questões, conforme previsto no edital normativo do concurso.

No dia **21 de julho, às 10 (dez) horas**, será realizado o sorteio eletrônico para definição da questão a ser cobrada na Prova Oral para cada perfil. Todos(as) os(as) candidatos(as) de um memo perfil responderão à mesma questão.

O sorteio será transmitido em tempo real e poderá ser acessado por meio do *link*: a ser divulgado no dia 18 de julho de 2025 no endereço eletrônico https://www.iades.com.br, com liberação da transmissão nos 15 (quinze) minutos que antecedem ao evento.

As questões para cada um dos perfis são as seguintes:

PESQUISADOR

Perfil: 101
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES01
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Ativação neutrônica

Questão 1:
O espectro de fissão é uma distribuição energética particular formada a partir dos nêutrons gerados por fissão. A distribuição do fluxo, φ (E) em função da energia (E), é subdividida em três regiões: nêutrons rápidos, nêutrons epitérmicos e nêutrons de baixa energia. Com base nisso, elabore uma apresentação que explique as características de cada uma dessas regiões.

Questão 2:
Um núcleo, quando irradiado por nêutrons, torna-se instável e forma um radioisótopo que decai ao emitir radiação. A atividade induzida no processo é proporcional ao número de átomos iniciais, ao fluxo de nêutrons ao qual a amostra está submetida e à seção de choque para captura de nêutrons. Com base nisso, elabore uma apresentação que demonstre, por meio da equação básica da análise por ativação neutrônica, como calcular a atividade induzida.

Questão 3:
Além de ser uma técnica multielementar usada para determinar elementos químicos na faixa de concentração de traços a percentagem, a ativação neutrônica apresenta vantagens sobre outras técnicas analíticas, como não exigir a dissolução da amostra – condição imprescindível para outras técnicas. No caso de matrizes orgânicas, a matriz não se ativa durante a irradiação por ser composta de C, O, H, N, e após cerca de dois meses, a amostra é considerada resíduo, e não rejeito radioativo, de acordo com a norma CNEN NN 3.01. Com base nisso, elabore uma apresentação que explique o processo de ativação, mencionando os passos intermediários até a detecção da radiação gama resultante.

Questão 4:
A análise por ativação neutrônica pode ser realizada pelo método comparativo, com a utilização de um padrão de referência. Com base nisso, elabore uma apresentação que descreva como ocorre, na prática, a aplicação do método e como é obtida a concentração dos elementos de interesse.

Perfil: 102
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES01
UTC: IEN(RJ)
Ênfase: Desenvolvimento de moléculas marcadas por radioisótopos

Questão 1:
Considerando as propriedades físico-químicas do flúor e sua influência sobre o comportamento biológico de compostos que o contêm, elabore uma apresentação a respeito das técnicas analíticas que devem ser empregadas para caracterizar e para avaliar um novo radiofármaco marcado com flúor-18. Aborde tanto os métodos de avaliação química quanto os biológicos necessários para assegurar a pureza radioquímica, a estabilidade e a especificidade para o alvo. Justifique o uso de cada técnica à luz dos efeitos eletrônicos, estéricos e metabólicos do flúor sobre a estrutura e a função molecular.

Questão 2:
Estratégias para a terapia radionuclídica direcionada foram desenvolvidas com o objetivo de entregar radiação de forma mais precisa e eficaz às lesões cancerígenas secundárias e à doença disseminada. Na Medicina Nuclear, pesquisas voltadas para a otimização das propriedades dos radiofármacos terapêuticos – incluindo sua afinidade, estabilidade e perfil farmacocinético – têm como objetivo aumentar a dose de radiação entregue às células cancerígenas, ao mesmo tempo em que limitam os danos aos tecidos saudáveis. A terapia radionuclídica direcionada permite a entrega precisa e eficiente de radiação a tumores e lesões

metastáticas, reduzindo os efeitos colaterais citotóxicos sobre órgãos saudáveis. O objetivo final da entrega seletiva de radiação ionizante aos tumores é destruir as células cancerígenas. Isso pode ser feito direta ou indiretamente. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre três mecanismos que podem ser utilizados na terapia radionuclídica, com os respectivos exemplos.

Questão 3:
A detecção da radiação gama na Medicina Nuclear tem evoluído consideravelmente, desde o uso inicial de cintiladores acoplados a tubos fotomultiplicadores até a incorporação de detectores de estado sólido. Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dessa evolução tecnológica, destacando os princípios físicos por trás da detecção por cintilação e por semicondutores, as vantagens e as limitações de cada método, e como essa transição tem impactado a resolução espacial, a sensibilidade e a aplicabilidade clínica das gama-câmaras.

Questão 4:
Considerando o potencial dos nanomateriais para aplicações biomédicas, especialmente em diagnóstico por imagem e liberação controlada de fármacos, elabore uma apresentação que aborde as principais etapas envolvidas na avaliação da sua toxicidade.

Perfil: 103
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES01
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Polímeros e nanomateriais

Questão 1:
Elabore uma apresentação que aborde explicações a respeito dos principais métodos de síntese de polímeros, comparando a polimerização por adição e a polimerização por condensação, com destaque para as implicações dessas rotas em relação às propriedades dos materiais obtidos.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que aborde explicações acerca das principais vantagens e desafios envolvidos na incorporação de nanomateriais em matrizes poliméricas, com um exemplo prático de aplicação tecnológica desses sistemas híbridos, e justifique sua relevância.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que aborde a descrição de como a química analítica instrumental pode ser aplicada na caracterização de polímeros e nanomateriais, com a menção de dois métodos analíticos distintos e indicação de parâmetros que podem ser obtidos com cada um.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que contenha a explicação de como nanomateriais podem interagir com o meio ambiente e acerca das principais abordagens legais e experimentais para avaliar sua toxicidade.

Perfil: 104
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES01
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Radioquímica

Questão 1:
A água pode ser utilizada como moderador de radiação em reatores nucleares. Nesse sentido, elabore uma apresentação que descreva os principais mecanismos de interação entre a radiação ionizante e a água em um reator nuclear; como esses mecanismos afetam a química do sistema; e como a água ajuda a controlar a reação nuclear. Por fim, cite as vantagens da utilização da água como moderador.

Questão 2:
Elabore uma apresentação acerca do conceito Alara (*as low as reasonably achievable*), a qual aborde os limites de dose estabelecidos para os trabalhadores e para o público, e como esse princípio pode ser aplicado, na prática, para minimizar as exposições à radiação ionizante e garantir a segurança dos trabalhadores e do público.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que descreva detalhadamente as séries de decaimento radioativo do tório-232 (Th-232) e do urânio-238 (U-238), destacando a importância da presença do radônio (Rn-220 e Rn-222) nesses processos. Discorra acerca do conceito de equilíbrio secular e sua relevância em aplicações como a datação radiométrica.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique como o radônio é gerado, como sua presença afeta a exposição à radiação em diferentes ambientes, o seu processo de decaimento, e qual o melhor tipo de detector e suas características para medir esse elemento, a partir do tipo de emissão radioativa.

Perfil: 105
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES02
UTC: CRCN-NE(PE)
Ênfase: Modelos pré-clínicos

Questão 1:
O desenvolvimento de um novo radiofármaco envolve muitas etapas antes da sua ida para os testes clínicos. E com o avanço da síntese química, diferentes alvos, como pequenas moléculas, peptídeos e anticorpos, têm sido utilizados como base para o desenvolvimento de novos radiofármacos, sejam eles marcados com emissores gama ou beta. Elabore uma apresentação acerca dos principais pontos que devem ser considerados quanto às propriedades físicas do radionuclídeo escolhido, à pureza radioquímica, à estabilidade e ao metabolismo do novo radiofármaco.

Questão 2:
A Publicação nº 103 de 2007, da International Commission on Radiological Protection (ICRP), refere-se a três pilares fundamentais da proteção radiológica. Elabore uma apresentação que discorra acerca deles, mostrando um exemplo prático de sua aplicação relacionado a um exame de medicina nuclear.

Questão 3:
Atualmente, existem vários aparelhos pré-clínicos no mercado para a realização de experimentos com radiofármacos emissores de pósitrons. A formação da imagem em PET (tomografia por emissão de pósitrons) depende de uma sequência integrada de fenômenos físicos: a detecção de fótons gama emitidos após a aniquilação de pósitrons, a conversão dessa energia luminosa em sinais elétricos e a reconstrução computacional da imagem. Esse processo é altamente dependente do material cintilador e do sistema de detecção óptica (fotomultiplicadoras). Elabore uma apresentação acerca dos principais cristais cintiladores e das fotomultiplicadoras, e discorra acerca das vantagens e desvantagens de cada um.

Questão 4:
A detecção da radiação gama na medicina nuclear tem evoluído consideravelmente, desde o uso inicial de cintiladores acoplados a tubos fotomultiplicadores até a incorporação de detectores de estado sólido. Elabore uma apresentação acerca dessa evolução tecnológica, destacando os princípios físicos por trás da detecção por cintilação e por semicondutores, as vantagens e as limitações de cada método, e como essa transição tem impactado a resolução espacial, a sensibilidade e a aplicabilidade clínica das gama-câmaras.

Perfil: 106
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES02
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Nanobiotecnologia

Questão 1:
Elabore uma apresentação que aborde o princípio da funcionalização de nanomateriais de carbono para uso biomédico mostrando dois exemplos de modificações químicas possíveis e como elas impactam a biocompatibilidade e a seletividade desses nanomateriais.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que mostre como a nanobiotecnologia pode contribuir para o diagnóstico rápido de doenças tropicais negligenciadas em contextos de saúde pública no Brasil, citando dois exemplos de sistemas que utilizam nanotecnologia e os princípios que os tornam eficazes.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que mostre como os emissores de pósitrons e os emissores gama são utilizados em tecnologias diagnósticas médicas, especialmente em conjunto com nanomateriais funcionalizados, e cite um exemplo de aplicação integrada em imageamento molecular.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique como os modelos pré-clínicos associados ao imageamento molecular por microPET são utilizados na validação de nanopartículas funcionais para fins diagnósticos ou terapêuticos.

Perfil: 107
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES03
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Materiais funcionais avançados (cerâmicos/metálicos)

Questão 1:
Elabore uma apresentação que contenha a explicação do princípio do método de *spark plasma sintering* (SPS) na sinterização de materiais cerâmicos e metálicos, comparando-o com, pelo menos, um método convencional de sinterização, e discorra acerca de suas principais vantagens e desvantagens.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que contenha a explicação da importância dos ensaios mecânicos na avaliação de compósitos de matriz cerâmica (CMC). Apresente dois métodos de ensaio comumente aplicados a esses materiais e as propriedades que cada um permite determinar.

Questão 3:
Materiais funcionais bidimensionais com estrutura nanométrica têm despertado grande interesse em tecnologias emergentes. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre dois exemplos desses nanomateriais 2D, descreva brevemente métodos de síntese comumente utilizados e aponte uma aplicação tecnológica relevante para cada um.

Questão 4:
Materiais utilizados em ambientes com altas temperaturas e pressões exigem características específicas. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre três propriedades críticas para esses materiais e explique como elas podem ser avaliadas experimentalmente.

Perfil: 108
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES04
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: *Lasers*

Questão 1:
Os *lasers* apresentam características únicas que os tornam ferramentas valiosas em diversas áreas da ciência e da tecnologia. Elabore uma apresentação que aborde três aplicações práticas dos *lasers* na interação com materiais, detalhando os princípios básicos envolvidos em cada uma delas.

Questão 2:
A emissão estimulada é o fenômeno essencial que permite o funcionamento dos *lasers*.
Elabore uma apresentação que aborde os conceitos de emissão espontânea e de emissão estimulada, bem como a condição necessária para que um *laser* opere. Cite dois exemplos de *lasers* de diferentes meios ativos.

Questão 3:
Os sistemas *laser* podem operar de diferentes maneiras, de acordo com a aplicação desejada. Elabore uma apresentação que aborde os modos de operação contínuo (CW), pulsado e modo travado (*mode-locked*), destacando suas principais características e aplicações típicas.

Questão 4:
Quando um feixe *laser* incide sobre um material, diferentes fenômenos físicos podem ocorrer, de acordo com as propriedades do feixe e com o material.
Elabore uma apresentação que mostre três mecanismos principais de interação de um feixe *laser* com a matéria e cite uma aplicação prática para cada mecanismo.

Perfil: 109
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES05
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Dosimetria

Questão 1:
Detectores a gás operam em diferentes regiões, de acordo com a intensidade do campo elétrico aplicado. Cada região possui características específicas que determinam o comportamento do pulso gerado e a aplicabilidade do detector.
Elabore uma apresentação que aborde as principais características das cinco regiões de operação dos detectores a gás. Cite ao menos três detectores distintos, cada um operando em uma dessas regiões, e indique sua aplicação típica.

Questão 2:
O dosímetro de termoluminescência (TLD) é um dispositivo amplamente utilizado nas áreas médica, industrial e nuclear. Elabore uma apresentação acerca do funcionamento de um TLD, a qual aborde o princípio físico de detecção da radiação ionizante, o processo de leitura do sinal termoluminescente, a importância da escolha adequada do material termoluminescente e os cuidados necessários na sua calibração e reutilização. Além disso, cite pelo menos dois materiais utilizados em TLD, destacando uma vantagem e uma limitação de cada um.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que explique o funcionamento de um contador Geiger-Müller (GM), levando em consideração o processo de formação da avalanche elétrica e o princípio de operação do tubo GM, o conceito de tempo morto e sua implicação na contagem de eventos, a dependência do desempenho do contador GM em relação à taxa de eventos, ao tipo de partícula e ao material do tubo, e os riscos e efeitos da não observância do tempo morto e do uso de escalas estouradas durante medições de altas taxas de radiação.

Questão 4:
A dosimetria por filme fotográfico, também conhecida como dosimetria com emulsão fotográfica, utiliza filmes que contêm haletos de prata para medir a distribuição espacial da dose de radiação absorvida, com leitura geralmente feita por *scanner* e análise bidimensional da densidade óptica resultante.
Elabore uma apresentação que explique o princípio físico de funcionamento dos filmes fotográficos para dosimetria e descreva os principais aspectos envolvidos em sua leitura e utilização, incluindo: o material sensível mais utilizado, o processo de formação e revelação da imagem, o uso de *scanner* e curvas de calibração, bem como possíveis aplicações e limitações.

Perfil: 110
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: PES06
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Metrologia das radiações ionizantes

Questão 1:
De acordo com o Vocábulo Internacional de Metrologia (VIM 2012), o termo metrologia refere-se à ciência da medição e suas aplicações. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre quais são as grandezas dosimétricas mais utilizadas na medição das radiações ionizantes e como elas se relacionam com a proteção radiológica.

Questão 2:
A metrologia de nêutrons é uma área especializada da metrologia das radiações ionizantes, fundamental para aplicações em reatores nucleares, proteção radiológica e medicina nuclear. Elabore uma apresentação que mostre quais são os métodos primários utilizados na metrologia de nêutrons e os principais desafios envolvidos na padronização da fluência de nêutrons.

Questão 3:
A calibração dos dosímetros clínicos em radioterapia é de suma importância para a correta entrega da dose aos pacientes tratados com essa técnica. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique como são realizadas as calibrações dos dosímetros clínicos, de acordo com o Sistema Metrológico Internacional.

Questão 4:
Os padrões primários utilizados na metrologia das radiações ionizantes são instrumentos ou sistemas de medição cuja resposta é diretamente relacionada com as grandezas físicas fundamentais, sem necessidade de calibração prévia. Nesse contexto, elabore uma apresentação que destaque os fundamentos físicos e as aplicações específicas dos seguintes padrões primários

empregados na metrologia das radiações ionizantes: câmaras de ionização de ar livre, calorímetros de grafite e padrões de radioatividade estabelecidos com fontes de radionuclídeos de alta pureza.

Perfil: 111
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: PES07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Avaliação de impacto radiológico ambiental em área de mineração

Questão 1:
Elabore uma apresentação que aborde a avaliação de impacto em mineração, estabelecendo em que se constitui o programa de monitoramento radiológico ambiental (objetivos gerais) e quais são os objetivos específicos de cada fase desse programa.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que destaque a evolução da normatização brasileira em termos da avaliação de impacto radiológico em mineração.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que aborde o impacto ambiental radiológico em vizinhanças das áreas de lavra e processamento de minérios radioativos, relativamente a fatores da intensidade de radiação, formas de estimativa ou locais de medição, tipos de detectores, valor(es) de referência e riscos à saúde.

Questão 4:
Elabore uma apresentação acerca do monitoramento radiológico em ambientes como minas de urânio e plantas de tratamento de minérios, destacando os principais tipos de rochas portadoras, as dificuldades relativas às propriedades dos elementos radioativos, as formas de controle das concentrações e os fatores que afetam a distribuição do urânio nas águas naturais.

Perfil: 112
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: PES08
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Radioproteção na área da Medicina Nuclear

Questão 1:
A justificação para a realização de exames de diagnóstico por imagem na medicina nuclear é um dos requisitos de radioproteção que devem ser cumpridos para garantir a proteção e a segurança das pessoas. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre, no mínimo, quatro ações concretas que podem ser desenvolvidas pela equipe de um serviço de medicina nuclear que realiza exames de diagnóstico por imagem, para promover a justificação das exposições médicas, com os respectivos indicadores de desempenho ou progresso.

Questão 2:
A otimização das exposições médicas de pacientes que realizam exames de diagnóstico por imagem ou são submetidos a terapias que utilizam radiação ionizante é um dos requisitos de radioproteção que devem ser cumpridos para garantir a proteção e a segurança das pessoas. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre, no mínimo, quatro ações concretas que podem ser desenvolvidas pela equipe de um serviço de medicina nuclear que realiza procedimentos de diagnóstico e terapia, para promover a otimização da proteção e da segurança dessas exposições médicas, com os respectivos indicadores de desempenho ou progresso.

Questão 3:
A limitação de doses ocupacionais é um dos requisitos de radioproteção que devem ser cumpridos para garantir a proteção e a segurança radiológica dos trabalhadores em um serviço de medicina nuclear. Nesse sentido, elabore uma apresentação que mostre, no mínimo, duas ações concretas relacionadas aos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e duas ações concretas relacionadas ao ambiente de trabalho que os responsáveis pelo serviço de medicina nuclear devem desenvolver para promover a limitação de doses ocupacionais, com os respectivos indicadores de desempenho ou progresso.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que aborde a situação hipotética que se segue.
Considere que certo indivíduo de determinada empresa terceirizada tenha realizado uma reforma no piso do laboratório de manipulação e armazenamento de radiofármacos – no qual existem bancadas e capelas, assim como equipamentos para controle de qualidade dos radiofármacos –, e que, ao ser monitorado, antes de sua saída da área controlada da instalação, tenha sido detectada uma contagem muito acima do normal, indicando a existência de contaminação. Considere, ainda, que o

laboratório cumpra todos os requisitos de proteção e de segurança para o funcionamento da instalação, e que todos os seus medidores de radiação estejam calibrados.
Descreva o processo de investigação para identificar as possíveis causas do incidente, explicitando duas hipóteses para o ocorrido, com os procedimentos de coleta de dados, os equipamentos e (ou) dispositivos utilizados, os procedimentos que devem ser realizados para garantir a descontaminação e para permitir a liberação do indivíduo. Apresente, para cada hipótese, ações corretivas que devem ser implementadas para evitar novos incidentes.

Perfil: 113
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: PES09
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Dosimetria individual das radiações ionizantes

Questão 1:
Filmes fotográficos ainda são utilizados em dosimetria individual para o monitoramento de exposição ocupacional à radiação ionizante. Elabore uma apresentação a respeito do funcionamento dos dosímetros tipo filme utilizados em dosimetria individual e descreva os principais mecanismos que permitem distinguir entre diferentes tipos de radiação ionizante (fótons, elétrons, nêutrons térmicos e nêutrons rápidos).

Questão 2:
Os dosímetros termoluminescentes (TLD) são amplamente utilizados na dosimetria individual em razão de sua sensibilidade, reprodutibilidade e versatilidade na detecção de diferentes tipos de radiação. Elabore uma apresentação acerca do funcionamento básico dos TLD e descreva os principais aspectos que permitem sua utilização na dosimetria de diferentes tipos de radiação ionizante (β, X, γ e nêutrons).

Questão 3:
A dosimetria individual pode ser realizada não apenas com detectores físicos externos, mas também por meio de métodos biológicos e técnicas de monitoração interna, úteis principalmente em situações de acidentes ou de contaminação interna. Elabore uma apresentação que aborde os princípios da dosimetria biológica e da monitoração interna da radiação, e destaque como essas técnicas são aplicadas em casos de suspeita de exposição significativa ou de contaminação por radionuclídeos.

Questão 4:
A avaliação precisa das doses de radiação recebidas por trabalhadores expostos é essencial para a proteção radiológica ocupacional. Essa avaliação envolve tanto a exposição externa quanto, quando aplicável, a exposição interna a radionuclídeos.
Elabore uma apresentação que explique os objetivos e a importância da monitoração individual de doses em áreas controladas e supervisionadas. Descreva os tipos de exposição avaliados (externa e interna) e como os dosímetros pessoais são utilizados na determinação da dose equivalente pessoal. Por fim, apresente e explique os diferentes tipos de dose equivalente pessoal Hp(d) utilizados na prática.

Perfil: 114
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES10
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Hidrogênio

Questão 1:
Elabore uma apresentação em que você explique os tipos de processos de produção de hidrogênio a partir de gás natural com reatores à membrana.

Questão 2:
Elabore uma apresentação em que você explique os tipos de processos de produção de hidrogênio a partir da eletrólise da água.

Questão 3:
Elabore uma apresentação em que você explique os tipos de processos de produção de hidrogênio a partir da biomassa.

Questão 4:
Elabore uma apresentação em que você explique os tipos de processos de produção de hidrogênio a partir de processos fotoeletroquímicos, fotocatalíticos e termoquímicos.

Perfil: 115
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: PES11
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Desenvolvimento de radiofármacos

Questão 1:
No desenvolvimento de radiofármacos para tomografia por emissão de pósitrons (PET), o flúor-18 (^{18}F) demonstra ser um radioisótopo ideal em razão de várias características que possui. Elabore uma apresentação que discorra a respeito das principais características desse radioisótopo, do processo de produção do ^{18}F e das principais reações de síntese de radiofármacos de ^{18}F. Além disso, mostre um exemplo prático.

Questão 2:
Anormalidades nas concentrações moleculares de diferentes marcadores biológicos, moléculas sinalizadoras e receptores observados em processos patológicos norteiam a pesquisa e o desenvolvimento de novos radiofármacos com utilidade diagnóstica e terapêutica. A escolha do radioisótopo ideal para a radiomarcação da molécula em estudo também é de extrema importância. Elabore uma apresentação que discorra a respeito dos critérios gerais a serem observados no desenvolvimento de radiofármacos. Aborde as características ideais desejadas, os aspectos relacionados com a escolha da molécula a ser radiomarcada e o radioisótopo utilizado na radiomarcação, mostrando exemplos práticos.

Questão 3:
No desenvolvimento de radiofármacos, a escolha do método de marcação é feita de acordo com o tipo de molécula a ser sintetizada e com o radioisótopo escolhido. Usualmente são utilizados métodos que promovem a síntese por meio de reações de substituição eletrofílica e nucleofílica ou complexação, incluindo ou não a conjugação de um quelante bifuncional. Elabore uma apresentação que discorra a respeito dos tipos de síntese citados. Exemplifique cada um deles apresentando as rotas de síntese utilizadas e cite as vantagens da realização dessas sínteses em módulos automatizados.

Questão 4:
O desenvolvimento de radiofármacos envolve a avaliação pré-clínica, que deve ser realizada previamente aos estudos clínicos. Elabore uma apresentação que relacione as etapas da avaliação pré-clínica de radiofármacos e explique em que consiste cada uma delas.

O(a) candidato(a) deverá elaborar, obrigatoriamente, uma apresentação em Power Point, a qual será apresentada à banca examinadora e servirá de suporte para a resposta do(a) candidato(a) à questão sorteada. É de responsabilidade do candidato a apresentação do arquivo a ser utilizado e, em caso de falha do *hardware* de armazenamento, a banca não poderá ser responsabilizada.

A entrada dos(as) candidatos(as) na sala de prova será controlada pela coordenação local do concurso, e a inserção das credenciais de acesso será realizada por um fiscal de sala.

Após o ingresso na sala, o(a) candidato(a) entregará um *pendrive* com a apresentação ao fiscal, que fará o compartilhamento do documento com os examinadores presentes na sala.

A partir desse momento, o(a) candidato(a) estará apto a controlar a apresentação e responder à questão da Prova Oral. Para tanto, um cronômetro, visível para todos os participantes, aparecerá na tela, e o controle de tempo será de responsabilidade do(a) candidato(a).

A Prova Oral terá duração máxima de 30 (trinta) minutos, tempo em que o(a) candidato(a) deverá fazer a apresentação do tema selecionado, com o suporte do programa Microsoft Powerpoint, de acordo com as orientações a serem publicadas em edital específico, e responder às arguições que lhe forem feitas pela Banca Examinadora.

A nota final na Prova Oral corresponderá à média aritmética das notas atribuídas por todos os membros da Banca Examinadora.

Em nenhuma hipótese, o(a) candidato(a) poderá assistir à Defesa de Memorial ou à prova de outro(a) candidato(a).

No dia da Defesa de Memorial e da Prova Oral, em cada turno de sua realização, os(as) candidatos(as) permanecerão isolados em uma sala de espera.

A sequência de apresentação dos(as) candidatos(as), para a Defesa de Memorial e para a Prova Oral, será estabelecida por ordem alfabética, considerando todos os(as) candidatos(as) do mesmo perfil, independentemente do local de realização da prova.

A duração máxima da Prova Oral será de 30 (trinta) minutos. Nos 15 (quinze) minutos iniciais, o(a) candidato(a) deverá responder à questão proposta, e a banca examinadora terá 15 (quinze) minutos para a arguição. Ao final da apresentação do(a) candidato(a), deverão ser direcionados questionamentos ao(a) candidato(a) para que ele esclareça algum ponto da apresentação ou para verificar o conhecimento de algum ponto importante da resposta que não foi tratado na apresentação. Esta última parte é extremamente importante, pois servirá de suporte para formar a nota final do(a) candidato(a) na prova.

A nota final do(a) candidato(a), na Prova Oral, será a soma das médias dos pontos atribuídos a cada critério de avaliação pelos componentes da banca examinadora, excluídas a maior e a menor nota atribuídas. Persistindo a duplicidade na maior ou na menor nota, será excluída apenas uma delas. Não haverá de debate entre os examinadores para definição das notas ou discussão a respeito da apresentação do(a) candidato(a).

2. DA PROVA ORAL PARA O CARGO DE TECNOLOGISTA CLASSE A PADRÃO I

A Prova Oral, para o cargo de Tecnologista, de caráter eliminatório e classificatório, valerá 30 (trinta) pontos e versará acerca das áreas de conhecimento estabelecidas no Anexo I do Edital Normativo, considerando a ênfase indicada para cada perfil destacado.

Para cada ênfase, foram elaboradas 4 (quatro) questões, conforme previsto no edital normativo do concurso.

No dia **21 de julho, às 10 (dez) horas**, será realizado o sorteio eletrônico para definição da questão a ser cobrada na Prova Oral para cada perfil. Todos(as) os(as) candidatos(as) de um mesmo perfil responderão à mesma questão.

O sorteio será transmitido em tempo real e poderá ser acessado por meio do *link*: a ser divulgado no dia 18 de julho de 2025 no endereço eletrônico https://www.iades.com.br, com liberação da transmissão nos 15 (quinze) minutos que antecedem ao evento.

As questões para cada um dos perfis são as seguintes:

TECNOLOGISTA

Perfil: 401
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Proteção radiológica ocupacional

Questão 1:
Elabore uma apresentação que, a partir da definição de indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE), descreva os critérios normativos que determinam sua caracterização (norma CNEN NN 3.01 – 2024) e discorra acerca das obrigações do titular em relação à monitoração individual e aos registros de dose desses trabalhadores.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que, de acordo com a norma CNEN NN 3.01 – 2024, aborde a descrição das responsabilidades do supervisor de proteção radiológica (SPR) quanto à proteção dos trabalhadores que se caracterizam como indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), e as principais ações que o SPR deve implementar para garantir a segurança radiológica desses trabalhadores.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que, com base na norma CNEN NE 3.02 – 2018, descreva as atividades que o serviço de radioproteção (SR) deve implementar para assegurar a proteção dos trabalhadores que se caracterizam como indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) nas instalações radioativas, citando, pelo menos, duas ações ou recursos específicos a serem adotados para garantir o cumprimento das normas de segurança radiológica no contexto ocupacional.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que, de acordo com a norma CNEN NN 3.01 – 2024, aborde as definições de nível de registro e de nível de investigação para monitoração individual de indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), na qual devem ser informados os valores definidos para cada um dos níveis e as implicações previstas na norma, em caso de ultrapassagem do nível de investigação.

Perfil: 402
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Proteção radiológica ambiental

Questão 1:
Elabore uma apresentação a respeito dos fundamentos da proteção radiológica, de acordo com o que estabelece a norma CNEN NN 3.01 (Resolução CNEN nº 323/2024), abordando os três princípios básicos de radioproteção (justificação, otimização e limitação), a definição de limites de dose para trabalhadores e para o público, e como essa norma se aplica ao licenciamento, à operação e ao descomissionamento de instalações radioativas no Brasil.

Questão 2:
Com base nos conceitos de cadeias radioativas e gerência de rejeitos radioativos, elabore uma apresentação que discorra acerca da importância do conhecimento do equilíbrio secular e do pseudoequilíbrio no gerenciamento de rejeitos que contêm radionuclídeos naturais e artificiais; da classificação e da destinação de rejeitos segundo os critérios da CNEN; e de como o tempo de meia-vida influencia as estratégias de armazenamento e de disposição final.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que descreva os principais mecanismos de interação da radiação ionizante com a matéria, incluindo as aplicações específicas conforme o tipo de radiação ionizante, bem como as limitações e as vantagens operacionais de cada sistema.

Questão 4:
Elabore uma apresentação acerca dos fundamentos do cálculo de blindagem para radiações ionizantes e discorra a respeito das diferenças conceituais e técnicas entre blindagem para fótons, partículas carregadas e nêutrons, relacionando esses conceitos com a prevenção de acidentes em instalações nucleares.

Perfil: 403
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Neutrônica, termo-hidráulica e análise determinística de acidentes

Questão 1:
Os reatores de potência desempenharam um papel crucial para a economia e para o desenvolvimento das sociedades nos séculos XX e XXI, ao viabilizarem a geração de grandes quantidades de energia elétrica, de forma contínua e segura, impulsionando a industrialização, a inovação tecnológica e a melhoria da qualidade de vida em escala global. Em reatores nucleares de potência, a energia térmica circula por meio do refrigerante, que usa essa energia para produzir trabalho e energia elétrica.
Com base nisso, elabore uma apresentação acerca das principais características dos reatores nucleares de potência, considerando os processos físicos dos ciclos de potência e como a eficiência energética de um dos ciclos pode ser aprimorada. Aborde, também, as propriedades básicas dos principais tipos de reatores nucleares de potência e as principais diferenças entre as gerações de reatores nucleares.

Questão 2:
A termodinâmica, em combinação com a análise termo-hidráulica, trata da transferência de calor para um fluido de trabalho e do desempenho de trabalho realizado por esse fluido. Como a transferência de calor para um fluido de trabalho constitui-se objeto fundamental de estudo para a termodinâmica, elabore uma apresentação que discorra acerca dos processos físicos de transferência de calor em um reator nuclear de potência, considerando as leis da física que descrevem esses processos e as respectivas equações básicas.

Questão 3:
O acidente nuclear de Three Mile Island, ocorrido nos Estados Unidos da América (EUA) em 1979, chocou a sociedade e levou a mudanças significativas na regulamentação e na segurança das usinas nucleares nos EUA e em todo o mundo. Elabore uma apresentação que descreva e explique o acidente no reator nuclear de Three Mile Island – 2 (TMI-2). Considere as principais falhas que ocorreram e que caracterizaram o acidente, e discorra acerca da abordagem de defesa em profundidade (*defense-in-depth*) para o projeto de segurança de um reator nuclear semelhante.

Questão 4:
A descoberta do nêutron por James Chadwick, reconhecida com o Prêmio Nobel de Física de 1935, representou um avanço decisivo para a Física Nuclear. Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que aborde a explicação da física dos estados excitados do núcleo atômico, levando em conta como o núcleo pode chegar nesse estado e como é liberada a sua energia; os conceitos de seção de choque microscópica e macroscópica; a presença de ressonâncias na seção de choque de absorção de nêutrons para diversos elementos na região de energia de nêutrons térmicos; e a explicação acerca da diferença das seções de choque de absorção de nêutrons para elementos leves e para actinídeos na faixa de energia de nêutrons térmicos, com suporte de gráficos.

Perfil: 404
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Cálculo de blindagens

Questão 1:
O cálculo de blindagem para PET-CT (tomografia por emissão de pósitrons combinada com tomografia computadorizada) é uma etapa crítica no projeto de ambientes de medicina nuclear, que garante a proteção radiológica de profissionais, pacientes e público em geral. E uma vez que envolve radionuclídeos de alta energia, como o Flúor-18 (^{18}F), o PET exige blindagens mais robustas que os exames convencionais. Elabore uma apresentação que explique e exemplifique o cálculo de blindagem para instalações de PET-CT.

Questão 2:
A escolha correta do material para blindagem de radiação é essencial para garantir a proteção radiológica adequada em ambientes médicos, industriais e nucleares. Os materiais a serem utilizados variam conforme o tipo e a energia que se deseja atenuar (alfa, beta, gama, nêutrons e outros). Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dos materiais utilizados para blindagem de radiação, especificando as vantagens e as desvantagens de cada um.

Questão 3:
Determinar a espessura correta de blindagem para radiação gama é essencial para garantir a proteção adequada de pessoas e ambientes contra essa radiação penetrante. Elabore uma apresentação que explique como determinar a espessura correta para blindagem de radiação gama.

Questão 4:
Para determinar a eficiência de uma blindagem em um serviço de medicina nuclear, é necessário realizar uma série de medições radiométricas e análises técnicas que comprovem se a blindagem instalada é eficaz para proteger profissionais, pacientes e o público geral contra a exposição indevida à radiação. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique como efetuar medidas para determinar a eficiência de uma blindagem de um serviço de medicina nuclear.

Perfil: 405
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Fundamentos de Física Atômica e Nuclear e criticalidade

Questão 1:
A descoberta do nêutron por James Chadwick, em 1932, foi fundamental para o desenvolvimento da tecnologia nuclear no século XX. Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que aborde os tópicos a seguir.

a) apresentação de quatro características básicas do nêutron;
b) resposta e justificativa do questionamento: núcleons são partículas elementares?
c) identificação e apresentação das características da força fundamental que provoca a interação dos nêutrons com os prótons e com outros nêutrons;
d) o papel da força fundamental de interação entre núcleons e da força eletromagnética na estabilidade do nuclídeo;
e) explicação acerca da estabilidade do nêutron isolado;
f) apresentação do produto da reação que ocorre depois de antineutrinos eletrônicos, emitidos por um reator nuclear, reagirem com prótons dos materiais circundantes;
g) considerando a energia de ligação B de um núcleo definida como o negativo da diferença entre a massa nuclear e a soma das massas dos constituintes, explique o comportamento da curva de energia de ligação por núcleon B/A como função de A (número de núcleons). Explique também a relação dessa curva com a fissão nuclear, a fusão nuclear e a estabilidade nuclear.

Questão 2:
O conceito de criticalidade, ao descrever a condição necessária para a manutenção de uma reação nuclear em cadeia, transformou profundamente a história da humanidade, possibilitando tanto o desenvolvimento da energia nuclear quanto a criação de armamentos de poder sem precedentes. Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que leve em consideração a base do modelo nuclear da gota líquida, o conceito de defeito de massa (*mass defect*) e como é possível obter energia a partir da fissão nuclear; o conceito de reação em cadeia e como é possível obter uma reação em cadeia a partir de uma fonte de nêutrons, considerando tanto uma fonte de nêutrons térmicos quanto uma fonte de nêutrons rápidos e como calcular o número médio de reações de fissão que resultam de uma reação de fissão nuclear inicial; e como essa grandeza determina a progressão de uma reação em cadeia.

Questão 3:
Para sustentar uma reação em cadeia de fissão estável e alcançar uma taxa constante de produção de energia de fissão, um reator nuclear deve ser projetado de tal forma que as taxas de absorção e fuga e(ou) perdas de nêutrons sejam equilibradas pela taxa de produção de nêutrons de fissão. Nesse contexto, explique o conceito de fator de multiplicação e elabore uma apresentação que leve em consideração o fator de multiplicação efetivo (k_{eff}), o fator de multiplicação infinito (k_{∞}) e a ilustração da evolução de determinada geração de nêutrons rápidos produzidos por fissões térmicas.

Questão 4:
A baixa probabilidade de ocorrência do fenômeno da fissão nuclear espontânea e a própria existência de núcleos pesados na natureza devem-se ao fato de que, na maioria dos casos, é necessário fornecer energia ao sistema para que o processo seja viabilizado. Nesse contexto, elabore uma apresentação que leve em conta o conceito de barreira de fissão (*fission barrier*) a partir do modelo da gota líquida, considerando um núcleo atômico esférico. Utilize um diagrama aproximado para fundamentar sua exposição, no qual fique claro o comportamento do termo de Coulomb e do termo de superfície, identificando a energia necessária para induzir a fissão e a energia liberada pela fissão.

Perfil: 406
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Fundamentos de Física Atômica e Nuclear e Instrumentação Nuclear

Questão 1:
Os nêutrons térmicos são de particular importância para o funcionamento dos reatores nucleares atuais, e grande parte da instrumentação que foi desenvolvida para esta região de energia visa à medição do fluxo de nêutrons do reator. Nesse sentido, elabore uma apresentação que, no contexto da instrumentação nuclear, explique quais são os tipos de detectores de nêutrons térmicos mais utilizados e como é realizada a obtenção dos pulsos de nêutrons. Aborde, ainda, as reações nucleares de interesse no processo de detecção de nêutrons térmicos, os fatores determinantes no projeto de um detector e o espectro de altura de pulso dos detectores e suas limitações.

Questão 2:
No contexto da instrumentação nuclear, de maneira geral, um detector de radiação pode operar tanto no modo corrente quanto no modo pulso, e a escolha do modo de operação dependerá do tipo de fenômeno a ser analisado. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique a diferença entre os modos de operação de um detector proporcional e o funcionamento de operação apenas no modo pulso. Aborde, ainda, o diagrama esquemático do detector e da eletrônica, bem como a explicação da operação de cada um dos módulos eletrônicos na cadeia de medição.

Questão 3:
As fontes de radiação podem ser classificadas em naturais e antropogênicas. Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que discorra acerca das fontes de radiação natural que podem ser detectadas no planeta Terra. Considere a radiação cósmica e diferencie as três principais categorias de nuclídeos radioativos presentes em nosso planeta, com exemplos. Quanto aos materiais radioativos possivelmente liberados no meio ambiente por atividades humanas, cite quatro das fontes mais significativas.

Questão 4:
A física nuclear é fundamental para a compreensão dos processos que ocorrem no interior dos átomos, sendo essencial tanto para aplicações tecnológicas, como a geração de energia e a medicina, quanto para o avanço do conhecimento acerca da estrutura da matéria e da origem dos elementos no Universo.

Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que aborde os problemas envolvidos na modelagem matemática de núcleos atômicos, a probabilidade de ocorrência do fenômeno e da fissão espontânea com exemplos, as fontes de nêutrons espontâneas, com três exemplos de situações em que esse processo pode ocorrer, e radiação *Bremsstrahlung* e a situação em que é produzida.

Perfil: 407
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Interação da Radiação com a Matéria

Questão 1:
A Norma CNEN NN 3.01 (Resolução CNEN nº 323/2024) refere-se aos requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique como essa norma estabelece os requisitos para a classificação de áreas ocupacionais e para a blindagem, considerando os parâmetros de atenuação da radiação e os limites de dose ocupacional e pública.

Questão 2:
As radiações ionizantes interagem de formas distintas com a matéria, que podem ser direta ou indiretamente. Elabore uma apresentação que discorra acerca dos principais mecanismos de interação das radiações indiretamente ionizantes.

Questão 3:
Um dos principais mecanismos de interação das radiações indiretamente ionizantes com a matéria é o efeito fotoelétrico. Elabore uma apresentação que explique esse efeito e cite aplicações práticas na radiologia.

Questão 4:
As imagens de exames realizadas com a tomografia por emissão de pósitrons (PET) são resultantes de interações de radiações indiretamente ionizantes com a matéria. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique esse tipo de interação.

Perfil: 408
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Grandezas radiométricas e fundamentos de proteção radiológica

Questão 1:
São grandezas radiométricas a atividade (A) de um material radioativo, a fluência (Φ), e a exposição (X). Nesse sentido, elabore uma apresentação que aborde a definição e as características dessas grandezas.

Questão 2:
Duas grandezas operacionais para monitoração de área vinculam a irradiação externa com a dose: o equivalente de dose ambiente $H^*(d)$ e o equivalente de dose direcional $H'(d,\Omega)$. Nesse sentido, elabore uma apresentação que aborde as diferenças entre essas grandezas em função das relações do campo expandido com a esfera ICRU.

Questão 3:

Elabore uma apresentação que aborde a definição das grandezas dose absorvida (D), dose equivalente (H) e dose efetiva (E).

Questão 4:
Elabore uma apresentação que aborde a diferença entre os efeitos estocásticos e os efeitos determinísticos da radiação, demonstrando essa diferença com exemplos que possam ilustrar as definições.

Perfil: 409
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: LAPOC(MG)
Ênfase: Proteção radiológica ocupacional

Questão 1:
Elabore uma apresentação que, a partir da definição de indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE), descreva os critérios normativos que determinam sua caracterização (norma CNEN NN 3.01 – 2024) e discorra acerca das obrigações do titular em relação à monitoração individual e aos registros de dose desses trabalhadores.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que, de acordo com a norma CNEN NN 3.01 – 2024, aborde a descrição das responsabilidades do supervisor de proteção radiológica (SPR) quanto à proteção dos trabalhadores que se caracterizam como indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), e as principais ações que o SRP deve implementar para garantir a segurança radiológica desses trabalhadores.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que, com base na norma CNEN NE 3.02 – 2018, descreva as atividades que o serviço de radioproteção (SR) deve implementar para assegurar a proteção dos trabalhadores que se caracterizam como indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) nas instalações radioativas, citando, pelo menos, duas ações ou recursos específicos a serem adotados para garantir o cumprimento das normas de segurança radiológica no contexto ocupacional.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que, de acordo com a norma CNEN NN 3.01 – 2024, aborde as definições de nível de registro e de nível de investigação para monitoração individual de indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE), na qual devem ser informados os valores definidos para cada um dos níveis e as implicações previstas na norma, em caso de ultrapassagem do nível de investigação.

Perfil: 410
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL07
UTC: LAPOC(MG)
Ênfase: Proteção radiológica ambiental

Questão 1:
Elabore uma apresentação a respeito dos fundamentos da proteção radiológica, de acordo com o que estabelece a norma CNEN NN 3.01 (Resolução CNEN nº 323/2024), abordando os três princípios básicos de radioproteção (justificação, otimização e limitação), a definição de limites de dose para trabalhadores e para o público, e como essa norma se aplica ao licenciamento, à operação e ao descomissionamento de instalações radioativas no Brasil.

Questão 2:
Com base nos conceitos de cadeias radioativas e gerência de rejeitos radioativos, elabore uma apresentação que discorra acerca da importância do conhecimento do equilíbrio secular e do pseudoequilíbrio no gerenciamento de rejeitos que contêm radionuclídeos naturais e artificiais; da classificação e da destinação de rejeitos segundo os critérios da CNEN; e de como o tempo de meia-vida influencia as estratégias de armazenamento e de disposição final.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que descreva os principais mecanismos de interação da radiação ionizante com a matéria, incluindo as aplicações específicas conforme o tipo de radiação ionizante, bem como as limitações e as vantagens operacionais de cada sistema.

Questão 4:
Elabore uma apresentação acerca dos fundamentos do cálculo de blindagem para radiações ionizantes e discorra a respeito das diferenças conceituais e técnicas entre blindagem para fótons, partículas carregadas e nêutrons, relacionando esses conceitos com a prevenção de acidentes em instalações nucleares.

Perfil: 411
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL08
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Produção e controle de qualidade de radiofármacos

Questão 1:
A produção de radiofármacos deve ser realizada de acordo com as diretrizes de boas práticas de fabricação (BPF), com vistas a garantir o padrão de qualidade adequado para a administração em seres humanos. O Brasil possui norma específica que

apresenta os requisitos complementares a serem seguidos na produção de radiofármacos, em adição às diretrizes gerais de BPF de medicamentos. Com base nisso, elabore uma apresentação que relacione e descreva esses requisitos.

Questão 2:
A produção de diferentes radiofármacos envolve a escolha de métodos de síntese distintos, que podem variar de acordo com o tipo de radioisótopo a ser utilizado e com a molécula a ser radiomarcada. As sínteses, por meio de reações de substituição eletrofílica ou nucleofílica e a complexação, incluindo ou não a conjugação de um quelante bifuncional, são usualmente utilizadas para produção de radiofármacos. Elabore uma apresentação em que sejam caracterizados os tipos de síntese citados, mostrando exemplos práticos da síntese de radiofármacos e as vantagens de realizá-la em módulos automatizados.

Questão 3:
O uso de geradores de radionuclídeos e de kits de reagentes liofilizados permite a produção de radiofármacos de meia-vida curta de maneira prática e com custo relativamente baixo. Elabore uma apresentação que mostre a explicação do princípio de funcionamento dos geradores de radioisótopos e demonstre, por meio de exemplo prático, a síntese de um radiofármaco que contenha radioisótopo produzido em gerador. Discorra, também, acerca dos testes de controle de qualidade que devem ser realizados, nos serviços e clínicas de medicina nuclear, previamente à administração desse radiofármaco em pacientes.

Questão 4:
Os radiofármacos precisam ser produzidos em condições controladas, e sua qualidade deve ser testada previamente à administração em pacientes, por meio de procedimentos operacionais padrão validados. Os testes de controle de qualidade (CQ) para radiofármacos podem ser divididos em duas categorias: fisico-químicos e biológicos. Elabore uma apresentação em que sejam caracterizados os testes de CQ fisico-químicos e biológicos realizados na rotina da radiofarmácia industrial, mostrando exemplos práticos.

Perfil: 412
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL08
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Produção e garantia de qualidade

Questão 1:
O flúor-18 (^{18}F) está entre os radioisótopos mais utilizados mundialmente na produção de radiofármacos para tomografia por emissão de pósitrons (PET). Isso se deve ao fato de possuir características consideradas ideais para produção de radiofármacos, administração em pacientes e aquisição de imagens. Nesse contexto, elabore uma apresentação que mostre essas características, o processo de produção do ^{18}F, as principais reações de síntese de radiofármacos de ^{18}F, bem como um exemplo prático.

Questão 2:
A produção de radiofármacos envolve manuseio de material radioativo e processamento químico. Embora ocorra em escala relativamente pequena em comparação com a produção de fármacos convencionais, a produção de radiofármacos exige programas eficazes de garantia da qualidade. Elabore uma apresentação que aborde a definição de garantia da qualidade em radiofarmácia e a sua aplicação na rotina da produção de radiofármacos.

Questão 3:
As diretrizes de boas práticas de fabricação (BPF) de radiofármacos estão descritas em norma específica que dispõe, entre outros aspectos, a respeito das instalações e dos equipamentos utilizados na produção de radiofármacos. Elabore uma apresentação que descreva os requisitos mínimos referentes às instalações e aos equipamentos de uma radiofarmácia industrial produtora de radiofármacos para tomografia por emissão de pósitrons (PET), bem como as etapas utilizadas rotineiramente na produção do ^{18}F-FDG.

Questão 4:
O amplo conhecimento, a experiência e a compreensão da química dos radiometais possibilitaram o desenvolvimento de radiofármacos para imagem molecular com base em radiometais emissores de pósitrons. A produção desses radiofármacos envolve reações químicas específicas, realizadas em condições controladas. Elabore uma apresentação que explique, de forma geral, as reações de síntese de radiofármacos com radiometais, apresentando um exemplo prático da produção de radiofármacos emissores de pósitrons, desde a obtenção do radiometal até sua formulação final, e discorra a respeito das vantagens da utilização desses radioisótopos na produção de radiofármacos.

Perfil: 413
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL08
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Produção e controle de qualidade de radiofármacos

Questão 1:
A produção de radiofármacos deve ser realizada de acordo com as diretrizes de boas práticas de fabricação (BPF), com vistas a garantir o padrão de qualidade adequado para a administração em seres humanos. O Brasil possui norma específica que apresenta os requisitos complementares a serem seguidos na produção de radiofármacos, em adição às diretrizes gerais de BPF de medicamentos. Com base nisso, elabore uma apresentação que relacione e descreva esses requisitos.

Questão 2:
A produção de diferentes radiofármacos envolve a escolha de métodos de síntese distintos, que podem variar de acordo com o tipo de radioisótopo a ser utilizado e com a molécula a ser radiomarcada. As sínteses, por meio de reações de substituição eletrofílica ou nucleofílica e a complexação, incluindo ou não a conjugação de um quelante bifuncional, são usualmente utilizadas para produção de radiofármacos. Elabore uma apresentação em que sejam caracterizados os tipos de síntese citados, mostrando exemplos práticos da síntese de radiofármacos e as vantagens de realizá-la em módulos automatizados.

Questão 3:
O uso de geradores de radionuclídeos e de kits de reagentes liofilizados permite a produção de radiofármacos de meia-vida curta de maneira prática e com custo relativamente baixo. Elabore uma apresentação que mostre a explicação do princípio de funcionamento dos geradores de radioisótopos e demonstre, por meio de exemplo prático, a síntese de um radiofármaco que contenha radioisótopo produzido em gerador. Discorra, também, acerca dos testes de controle de qualidade que devem ser realizados, nos serviços e clínicas de medicina nuclear, previamente à administração desse radiofármaco em pacientes.

Questão 4:
Os radiofármacos precisam ser produzidos em condições controladas, e sua qualidade deve ser testada previamente à administração em pacientes, por meio de procedimentos operacionais padrão validados. Os testes de controle de qualidade (CQ) para radiofármacos podem ser divididos em duas categorias: fisico-químicos e biológicos. Elabore uma apresentação em que sejam caracterizados os testes de CQ fisico-químicos e biológicos realizados na rotina da radiofarmácia industrial, mostrando exemplos práticos.

Perfil: 414
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL09
UTC: CRCN-NE(PE)
Ênfase: Dispositivos semicondutores

Questão 1:
Elabore uma apresentação que mostre a diferença entre os semicondutores intrínsecos e os extrínsecos, explorando suas estruturas atômicas, propriedades elétricas e os efeitos da dopagem com impurezas do tipo N e do tipo P. Explique como essas modificações influenciam a condução elétrica do material.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que mostre o princípio de funcionamento do diodo semicondutor com base na formação da junção PN. Descreva seu comportamento elétrico direto e reverso e exemplifique suas principais aplicações em circuitos eletrônicos.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que mostre a estrutura e o funcionamento básico de um transistor bipolar de junção (BJT), destacando suas regiões de operação e as principais aplicações como amplificador e chave eletrônica.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que aborde o princípio de operação de um Mosfet e como a tensão aplicada no *gate* influencia a condução entre o *source* e o *drain*.

Perfil: 415
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL09
UTC: CRCN-NE(PE)
Ênfase: Metrologia das radiações ionizantes

Questão 1:
A metrologia das radiações ionizantes constitui a base científica e técnica para a obtenção de medições precisas e rastreáveis de grandezas como dose absorvida, exposição e atividade. Essas medições são fundamentais em áreas críticas como a radioterapia, o radiodiagnóstico e a proteção radiológica. Tendo em vista esse cenário, elabore uma apresentação que aborde a importância da metrologia na área das radiações ionizantes e como ela influencia a precisão das medições, destacando seus principais conceitos.

Questão 2:
A calibração de dosímetros pode enfrentar diversos desafios técnicos e operacionais. Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dos principais obstáculos envolvidos na calibração de dosímetros e como esses fatores podem afetar a rastreabilidade metrológica e a confiabilidade das medições.

Questão 3:
A calibração de monitores de radiação é um processo essencial para garantir a exatidão e a confiabilidade das medições em contextos de proteção radiológica ocupacional, ambiental e médica. Esse processo consiste em comparar a leitura de um monitor com um valor de referência estabelecido por um padrão metrológico, geralmente mantido por um laboratório nacional de metrologia (LNM). Nesse contexto, elabore uma apresentação acerca do processo de calibração de monitores de radiação utilizados em proteção radiológica, destacando os princípios físicos envolvidos.

Questão 4:
A rastreabilidade metrológica é um princípio essencial na área das radiações ionizantes. A respeito do assunto, elabore uma apresentação acerca de como funciona o processo de rastreabilidade metrológica nas medições de radiações ionizantes, destacando o motivo pelo qual esse conceito é tão importante para garantir a segurança e a eficácia das aplicações radiológicas.

Perfil: 416
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL09
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Sistemas de instalações nucleares

Questão 1:
Elabore uma apresentação que explique a atuação dos sistemas de segurança do reator nuclear de *Three Mile Island* (TMI) no acidente ocorrido em 28 de março de 1979, na Unidade 2 dessa instalação nuclear.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que explique a atuação do sistema de proteção de um reator nuclear à água pressurizada, incluindo os critérios gerais de projeto, a lógica de atuação e os sinais de atuação em sistemas e componentes da instalação nuclear.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que explique a atuação do sistema de controle de pressão do sistema primário de refrigeração de um reator nuclear à água pressurizada, incluindo componentes principais e sinais gerados para controle e proteção.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique a atuação do sistema de barras de controle do núcleo de um reator nuclear à água pressurizada, incluindo componentes principais e sinais gerados para controle e proteção.

Perfil: 417
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL10
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Neutrônica e análise por ativação

Questão 1:
A ativação neutrônica é uma técnica analítica que determina a composição química elementar e tem sido indicada como técnica primária na determinação elementar de diversos materiais, inclusive amostras de solo. Baseia-se na irradiação de uma

amostra que é submetida ao fluxo de nêutrons no reator, no qual há contribuição de nêutrons de diversas energias, e na subsequente medição da radioatividade induzida. Entretanto, ao ser aplicada, podem ocorrer interferências. Um dos casos de interferência primária é a formação de 56Mn quando há concentração elevada de Fe. Com base nisso, elabore uma apresentação que explique como ocorre a formação do 56Mn a contar da ativação neutrônica, tanto a partir da interação com Mn quanto como resultado das interferências causadas pelo Fe.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que relacione os aspectos positivos do uso da análise por ativação neutrônica.

Questão 3:
A ativação neutrônica é capaz de determinar elementos químicos na faixa de concentração de traços a porcentagem, no entanto, há alguns aspectos negativos instrumentais para sua aplicação. Com base nisso, elabore uma apresentação que aborde esses aspectos.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique a função dos materiais de referência no controle da qualidade de resultados.

Perfil: 422
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL12
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Avaliação de instalações e máquinas elétricas

Questão 1:
Os motores de indução trifásicos são amplamente utilizados em sistemas industriais por sua confiabilidade, simplicidade construtiva e eficiência operacional. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique os princípios de funcionamento de uma máquina elétrica assíncrona.

Questão 2:
As máquinas de corrente contínua (CC) são relevantes em aplicações que requerem controle preciso de velocidade e de torque, como em acionamentos industriais e sistemas de tração. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique os princípios de funcionamento de uma máquina de corrente contínua.

Questão 3:
O dimensionamento correto dos condutores em instalações elétricas residenciais é fundamental para garantir a segurança, a eficiência energética e a conformidade com as normas técnicas, como a NBR 5410. Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dos principais aspectos a serem considerados no dimensionamento de condutores em projetos elétricos residenciais.

Questão 4:
O dispositivo diferencial residual (DR) é um elemento essencial em instalações elétricas residenciais, por ser responsável pela proteção contra choques elétricos e fuga de corrente para terra, contribuindo para a segurança dos usuários. Nesse sentido, elabore uma apresentação que aborde explicações acerca dos principais aspectos a serem considerados no dimensionamento e na seleção do DR em projetos elétricos residenciais.

Perfil: 423
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL13
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Análise de tensão e ciências dos materiais

Questão 1:
O projeto de um elemento de máquina fabricado em aço isotrópico de composição eutetoide requer o conhecimento de suas propriedades mecânicas. Assim, um corpo de prova cilíndrico com diâmetro D e comprimento C foi submetido a ensaio de tração com carregamento axial F, abaixo da tensão de escoamento Y e do limite de proporcionalidade H, produzindo um alongamento B. A partir desse contexto, elabore uma apresentação que defina e determine os módulos de elasticidade e de cisalhamento, sabendo que o coeficiente de Poisson é V e o limite de resistência a tração é J. Por fim, indique a microestrutura resultante de um resfriamento moderado a 300 °C desse componente e comente a respeito de sua resistência e tenacidade.

Questão 2:
O dimensionamento do eixo de um compressor fabricado em liga ferro-carbono de composição eutetoide, usado em aplicações nucleoelétricas, considera a análise de tensões e sua respectiva composição microestrutural para fins de projeto. Nesse contexto, elabore uma apresentação em que você — sabendo que a uma distância D da chaveta, no estado plano, as tensões normais e a tensão de cisalhamento, em um ponto específico do eixo, são A, B e C, respectivamente —, determine a tensão de cisalhamento máxima, cite e defina a principal falha por carregamentos dinâmicos e descreva suas três principais fases.

Questão 3:
Engrenagens helicoidais de aço são elementos mecânicos importantes para a transmissão de torque e movimento. Elabore uma apresentação em que, com vistas ao projeto e à respectiva fabricação, você defina tensões principais e determine-as, em seu ponto de maior concentração de tensões, sabendo que, no estado plano, as tensões normais são A e B, respectivamente, e a tensão de cisalhamento é C. Adicionalmente, proponha e descreva um tratamento térmico mais adequado para formar martensita superficial, abordando o impacto na resistência ao escoamento, ao desgaste e à fadiga superficial, necessariamente.

Questão 4:
Elabore uma apresentação com base nas informações que se seguem. Um vaso de pressão cilíndrico, fabricado em aço-carbono comum de composição eutetoide, com espessura de parede T muito inferior ao raio interno R, foi projetado para armazenar gás sob alta pressão a partir da junção de duas partes simétricas por meio de um cordão de solda longitudinal. Conhecendo a pressão interna P, a tensão de escoamento Y e o limite de resistência à fadiga F, determine a tensão normal N e a tensão de cisalhamento C na solda, sabendo que a tensão externa E é irrelevante. Com vistas à segurança e à funcionalidade do sistema mecânico, identifique e descreva dois ensaios não destrutivos para a inspeção de eventuais falhas no cordão de solda. Para cada ensaio, cite duas falhas que podem ser identificadas.

Perfil: 424
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL13
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Sistemas mecânicos e de ventilação

Questão 1:
As aplicações industriais em espaços fechados requerem sistemas de ventilação para garantir a salubridade. Nesse sentido, elabore uma apresentação que discorra acerca dos ambientes essencialmente administrativos, sujeitos apenas a partículas de poeira, pólen, sujidades e odores. Identifique e justifique o sistema de ventilação recomendado que seja totalmente mecânico; descreva o fluxo de ventilação a ser empregado, justifique a necessidade de renovação do ar e defina tecnicamente a respectiva taxa, aplicando-a ao caso em questão. Para tanto, desconsidere qualquer tipo de controle de temperatura ou restrição orçamentária.

Questão 2:
O projeto de ventilação industrial baseia-se em princípios técnicos que não podem ser negligenciados, principalmente quando se trata da qualidade de vida dos usuários. Nesse sentido, elabore uma apresentação que discorra acerca do projeto de ventilação para os ambientes confinados apropriados para a manipulação restrita de materiais altamente contaminantes, com presença de gases e vapores tóxicos. Identifique e justifique o tipo de ventilação apropriado e descreva o respectivo fluxo de ar, indicando a função de todos os elementos do sistema de filtragem. Para tanto, desconsidere qualquer limitação orçamentária.

Questão 3:
Em demandas relacionadas à presença de agentes contaminantes, em baixíssima concentração, nos ambientes internos de uma edificação, como corredores e áreas de circulação, normativos legais exigem providências técnicas resolutivas. Nesse sentido, elabore uma apresentação que contenha a definição de ventilação industrial mecânica e justifique a sua necessidade. Identifique e justifique também o tipo de ventilação totalmente mecânica adequado para os ambientes citados, e descreva o respectivo fluxo de ventilação, mostrando a função de seus componentes. Para tanto, desconsidere qualquer limitação orçamentária.

Questão 4:
Em edificações com diversos ambientes e variadas taxas de contaminantes – que vão desde poeira grossa até a manipulação de quantidades expressivas de radionuclídeos –, o projeto das instalações termomecânicas deve garantir desempenho e segurança. Nesse sentido, elabore uma apresentação que identifique o tipo de ventilação mecânica apropriado para zonas de risco baixo, neutro e alto, respectivamente; defina o princípio da pressurização diferencial; informe a pressão relativa (positiva, neutra, negativa) para cada tipo de zona e indique sua função. Discorra, ainda, acerca da direção do fluxo de ventilação. Para tanto, desconsidere qualquer limitação orçamentária.

Perfil: 425
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL14
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Ambiental

Questão 1:
Elabore uma apresentação que explique o papel das águas subterrâneas na dinâmica do ciclo hidrológico, evidenciando os processos que condicionam sua recarga e movimentação, e discorra acerca da importância do balanço hídrico na quantificação e no planejamento da gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que mostre como as características físicas e funcionais de uma bacia hidrográfica influenciam os padrões de escoamento superficial e discorra acerca dos principais mecanismos de contaminação ambiental em corpos d'água superficiais, com ênfase na interação entre processos naturais e ações antrópicas.

Questão 3:
Elabore uma apresentação a respeito da relevância da análise geoquímica no estudo dos sistemas ambientais, descrevendo os processos que controlam a mobilidade de elementos químicos e de radionuclídeos naturais em meios geológicos e hídricos. Discorra, ainda, acerca das principais técnicas analíticas aplicadas à detecção de radionuclídeos no contexto de contaminação ambiental.

Questão 4:
Elabore uma apresentação a respeito dos princípios fundamentais da radioatividade natural, incluindo as famílias radioativas, os tipos de decaimento e a distinção entre isótopos estáveis e radioativos. Em seguida, discorra acerca da aplicação de isótopos na hidrologia isotópica e da utilização de métodos numéricos para modelagem da dispersão de contaminantes em sistemas ambientais.

Perfil: 426
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL15
UTC: IEN(RJ)
Ênfase: Adequação e desenvolvimento de instalações radioativas e nucleares

Questão 1:
Nas instalações de medicina nuclear, argamassa baritada ou concreto costumam ser utilizados nas blindagens das paredes. Elabore uma apresentação que mostre duas vantagens e duas desvantagens do uso de cada um desses materiais, considerando detalhes construtivos, eficiência e demais particularidades dessas blindagens.

Questão 2:
Em instalações de medicina nuclear, de radiofarmácias centralizadas e de cíclotrons é exigido que os pisos sejam impermeáveis, livres de rachaduras e de fácil descontaminação. Dos pisos aplicados, comumente são utilizados, a depender do tipo de instalação, o piso com resina epóxi, o piso com manta vinílica (PVC) e o piso porcelanato técnico. Elabore uma apresentação que discorra acerca dos pisos citados, mostrando duas vantagens e duas desvantagens de cada um deles, do ponto de vista construtivo.

Questão 3:
Uma das etapas exigidas pela norma CNEN NN 6.11 – Requisitos de segurança e proteção radiológica em instalações produtoras de radioisótopos com aceleradores cíclotrons é a Autorização para Comissionamento, a qual requer a apresentação de um laudo técnico, emitido por profissional qualificado, atestando que a construção da planta foi executada conforme o projeto apresentado ao órgão regulador, incluindo a densidade e a espessura de cada barreira empregada como blindagem. Nesse contexto, elabore uma apresentação que descreva, em tópicos, quais elementos devem constar no laudo técnico citado.

Questão 4:
De acordo com a NBR 8953:2015, o concreto utilizado para fins estruturais é classificado por grupos de resistência e de consistência. Em geral, "concreto normal" é usado em diversas instalações nucleares. Elabore uma apresentação que aborde as definições do concreto no que diz respeito às suas densidades, suas classes de resistência e suas classes de consistência, conforme o que dispõe a referida NBR.

Perfil: 427
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL15
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Estrutura civil

Questão 1:
A confiabilidade estrutural avalia a probabilidade de uma estrutura ou elemento estrutural desempenhar a função prevista de maneira segura e eficiente durante sua vida útil. Acerca do assunto, elabore uma apresentação que explique como o Método dos Estados Limites incorpora conceitos de confiabilidade estrutural e dê um exemplo de combinação última excepcional, conforme a NBR 8681:2003.

Questão 2:
A resistência à tração do concreto é uma propriedade relevante no dimensionamento das estruturas de concreto armado segundo a NBR 6118:2023. Elabore uma apresentação que mostre duas situações em que essa propriedade é aplicada em verificações na norma e escolha uma delas para explicar como essa propriedade influencia a verificação.

Questão 3:
Elabore uma apresentação que explique como os ambientes marinhos podem acelerar a degradação do concreto armado e cite três medidas de projeto utilizadas para mitigar a degradação de estruturas de concreto armado nesses ambientes.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique o que é o estado plano de tensões, discorra acerca das condições necessárias para aplicar esse estado a um elemento estrutural e cite dois exemplos de aplicação.

Perfil: 428
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL16
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Isótopos ambientais e suas técnicas analíticas

Questão 1:
O radionuclídeo ^{210}Pb (chumbo-210) é aplicável no monitoramento de contaminação em rios e lagos. Nesse contexto, elabore uma apresentação que explique como esse isótopo é utilizado no monitoramento ambiental. Discorra acerca das técnicas analíticas apropriadas para a sua detecção e cite duas aplicações ambientais para o ^{210}Pb (chumbo-210).

Questão 2:
Elabore uma apresentação acerca dos isótopos ambientais que compare o uso dos isótopos ^{13}C/^{12}C e ^{15}N/^{14}N na identificação de fontes de contaminação em corpos d'água, descreva as fontes prováveis identificáveis por esses isótopos e justifique o uso combinado desses marcadores.

Questão 3:
Entre os radionuclídeos prioritários, destacam-se: ^{238}U, ^{226}Ra, ^{222}Rn e ^{210}Pb. Elabore uma apresentação que, com base na cadeia de decaimento do urânio-238 e nas características físico-químicas desses radionuclídeos, identifique e explique os métodos analíticos mais apropriados para a determinação de cada radionuclídeo em amostras ambientais; as principais etapas de preparo de amostras (solo, água, sedimento) para a análise desses radionuclídeos; e os potenciais erros ou interferências analíticas.

Questão 4:
Com base nos fundamentos da área nuclear, elabore uma apresentação a respeito da diferença entre isótopos naturais e artificiais e discorra acerca da importância das famílias radioativas no contexto do decaimento nuclear. Apresente um exemplo de isótopo natural e um exemplo de isótopo artificial, com a sua respectiva aplicação; o conceito de série de decaimento radioativo, citando uma cadeia específica; e fale a respeito da relevância das famílias radioativas para estudos ambientais e datação.

Perfil: 429
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL17
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Instrumentação & Controle e Automação

Questão 1:
Elabore uma apresentação acerca dos aspectos organizacionais das informações, escopo e critérios de aceitação dos sistemas de I&C, segundo as normas e leis do processo regulatório descritos no *Standard Review Plan* (SRP). Considerando que o SRP apresenta uma lista de tópicos, conteúdos, atividades de planejamento e processos de engenharia de *hardware* e de *software*, inclua na apresentação aspectos relativos a sistemas digitais pré-desenvolvidos de uso comercial e leve em conta a avaliação das análises de diversidade e defesa em profundidade (D3), a auditoria dos processos do ciclo de vida de *software* e a auditoria da documentação do ciclo de vida.

Questão 2:
Elabore uma apresentação acerca dos aspectos do balanceamento entre ações automáticas e manuais por meio das análises de acidentes, análises do programa de engenharia de fatores humanos e projeto de interface homem-máquina qualificada, com destaque para as análises de confiabilidade de *software*, o sistema diverso de atuação, a falha de causa comum nos sistemas de I&C e a metodologia do Apêndice 18-A do capítulo 18 do SRP.

Questão 3:
Elabore uma apresentação acerca das questões ainda em estudo e as experiências quanto à aplicação de análise quantitativa de confiabilidade de *software* (QSRA) nas análises de segurança de sistemas digitais, considerando que essas análises apresentam benefícios e, ao mesmo tempo, algumas dificuldades, o que gera discussões e questionamentos fartamente divulgados na literatura internacional, tanto das indústrias quanto de órgãos reguladores, no que tange à elaboração da análise de segurança e avaliação regulatória. Destaque, no mínimo, as análises de confiabilidade de *software*, as falhas de causa comum e a metodologia determinística, usando informações baseadas no risco nos sistemas de I&C.

Questão 4:
Elabore uma apresentação acerca dos sistemas e dos programas de garantia de qualidade, de acordo com os requisitos, definições e referências da norma CNEN-NN-1.16 e os requisitos e orientações do *Standard Review Plan* (SRP), NRC, para a descrição, a execução das atividades e as responsabilidades relacionadas às fases do ciclo de vida de *hardware* e de *software* dos sistemas de I&C e de IHM importantes para a segurança, desenvolvidas ao longo do projeto, da construção, da montagem e da operação inicial (FAT, SAT), considerando os capítulos 13 (Condução da Operação), 17 (Garantia da Qualidade) e 18 (Fatores Humanos) do SRP.

Perfil: 430
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL18
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Caracterização de minerais estratégicos e técnicas hidrometalúrgicas

Questão 1:
No estudo de minerais estratégicos, como a columbita-tantalita, a caracterização dos elementos metálicos associados é fundamental para o planejamento do processo hidrometalúrgico. Elabore uma apresentação que explique qual técnica analítica seria mais adequada para quantificar metais como tântalo (Ta), nióbio (Nb), urânio (U) e tório (Th) em amostras de minerais.

Questão 2:
A monazita é um mineral estratégico que contém, além de elementos terras raras, quantidades significativas de urânio e tório, que podem ser recuperados por processos hidrometalúrgicos. Elabore uma apresentação que descreva o processo hidrometalúrgico aplicado à extração do urânio a partir da monazita, destacando as etapas principais e os fundamentos químicos envolvidos.

Questão 3:
A monazita é um mineral estratégico que contém, além de elementos terras raras e urânio, quantidades significativas de tório. A recuperação hidrometalúrgica desse elemento é importante, tanto para controle ambiental quanto para aproveitamento como subproduto. Elabore uma apresentação que descreva o processo hidrometalúrgico aplicado à extração do tório a partir da monazita, destacando as etapas principais e os fundamentos químicos envolvidos.

Questão 4:
A lixiviação sob pressão (*pressure leaching*) é uma técnica amplamente utilizada na hidrometalurgia para tratar minérios refratários e concentrados metálicos, permitindo altas taxas de extração de metais valiosos. Elabore uma apresentação que explique o processo de lixiviação sob pressão, destacando as etapas principais, os parâmetros operacionais relevantes e os fundamentos químicos que justificam o uso de pressão e de temperatura elevadas.

Perfil: 431
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL19
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Fabricação de combustível nuclear

Questão 1:
Elabore uma apresentação que descreva as principais etapas envolvidas na fabricação de combustível nuclear do tipo UO_2 para reatores do tipo PWR (*Pressurized Water Reactor*), a qual detalhe os processos físico-químicos realizados desde a conversão do hexafluoreto de urânio (UF_6) até a montagem final dos elementos combustíveis, e que também explique quais são os principais requisitos de qualidade para os *pellets* de UO_2.

Questão 2:
Reatores de pesquisa, como os do tipo MTR (*Material Testing Reactor*), frequentemente utilizam combustíveis com geometrias e propriedades distintas dos combustíveis empregados em reatores de potência. Elabore uma apresentação que descreva as principais diferenças entre os combustíveis utilizados em reatores MTR e os utilizados em reatores PWR, considerando aspectos como materiais empregados, densidade de carga físsil, geometria do elemento combustível e técnicas de fabricação. Descreva, ainda, os principais desafios tecnológicos associados à fabricação desses combustíveis especiais.

Questão 3:
A escolha dos materiais utilizados no combustível nuclear exige uma avaliação criteriosa de propriedades físicas, químicas e nucleares. Elabore uma apresentação que discorra acerca da ampla utilização do dióxido de urânio (UO_2) como material combustível em reatores nucleares comerciais, evidenciando as propriedades desejáveis de um combustível nuclear e como o UO_2 atende (ou limita) esses requisitos. Cite, pelo menos, duas alternativas ao UO_2 que estejam em desenvolvimento ou em uso, e comente as respectivas vantagens e limitações.

Questão 4:
A caracterização do combustível nuclear durante a fabricação é essencial para garantir seu desempenho seguro e eficiente no reator. Elabore uma apresentação que descreva os principais ensaios e técnicas de caracterização aplicados na inspeção de *pellets* de UO_2 e na montagem final dos elementos combustíveis. Explique a importância de cada um desses ensaios para o desempenho em serviço e para a segurança da operação do reator. Por fim, discorra brevemente acerca das falhas que podem ocorrer, caso as etapas de controle de qualidade sejam negligenciadas.

Perfil: 432
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL20
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Exposições médicas

Questão 1:
O risco de câncer associado à exposição à radiação em exames diagnósticos foi, em parte, estimado por meio de estudo de altas doses, como as observadas em sobreviventes de explosões nucleares. Na prática clínica, como na radioterapia, as doses são fracionadas e elevadas. Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dos riscos de desenvolvimento de certos tipos de câncer associado a doses superiores a 50 mSv e 100 mSv para exposições prolongadas, por exemplo, em ambientes ocupacionais, ou mesmo para exposições agudas.

Questão 2:
A gestante pode ser exposta à radiação ionizante se os benefícios da exposição superarem os riscos. Nesse sentido, elabore uma apresentação que discorra acerca dos riscos a que está sujeito o feto de uma gestante exposta à radiação ionizante, principalmente nos quatro primeiros meses de gravidez. Discorra também a respeito dos limites de dose estabelecidos para esse feto e das providências a serem tomadas para garantir a sua segurança.

Questão 3:
A síndrome aguda de radiação (SAR) pode ocorrer em pacientes em tratamento com radiação ionizante. Elabore uma apresentação que discorra acerca de como a SAR se manifesta, quais são as suas fases, quais são os sintomas apresentados em cada fase e como tratá-la em cada fase.

Questão 4:
No contexto dos efeitos biológicos das radiações ionizantes, elabore uma apresentação que descreva suas cinco características gerais, explicando em detalhes cada uma delas.

Perfil: 433
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL20
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Instrumentação nuclear

Questão 1:
Elabore uma apresentação que explique o funcionamento de uma fotomultiplicadora e suas aplicações.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que explique o funcionamento e a aplicação de um detector Geiger-Müller.

Questão 3:
Elabore uma apresentação acerca de como funciona o dosímetro de luminescência oticamente estimulada (OSL) e suas aplicações.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que explique como funciona um calibrador de dose utilizado em medicina nuclear e suas aplicações.

Perfil: 434
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL20
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Cálculo de blindagens

Questão 1:
O cálculo de blindagem para PET-CT (tomografia por emissão de pósitrons combinada com tomografia computadorizada) é uma etapa crítica no projeto de ambientes de medicina nuclear, que garante a proteção radiológica de profissionais, pacientes e público em geral. E uma vez que envolve radionuclídeos de alta energia, como o Flúor-18 (^{18}F), o PET exige blindagens mais robustas que os exames convencionais. Elabore uma apresentação que explique e exemplifique o cálculo de blindagem para instalações de PET-CT.

Questão 2:
A escolha correta do material para blindagem de radiação é essencial para garantir a proteção radiológica adequada em ambientes médicos, industriais e nucleares. Os materiais a serem utilizados variam conforme o tipo e a energia que se deseja atenuar (alfa, beta, gama, nêutrons e outros). Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca dos materiais utilizados para blindagem de radiação, especificando as vantagens e as desvantagens de cada um.

Questão 3:
Determinar a espessura correta de blindagem para radiação gama é essencial para garantir a proteção adequada de pessoas e ambientes contra essa radiação penetrante. Elabore uma apresentação que explique como determinar a espessura correta para blindagem de radiação gama.

Questão 4:
Para determinar a eficiência de uma blindagem em um serviço de medicina nuclear, é necessário realizar uma série de medições radiométricas e análises técnicas que comprovem se a blindagem instalada é eficaz para proteger profissionais, pacientes e o público geral contra a exposição indevida à radiação. Nesse sentido, elabore uma apresentação que explique como efetuar medidas para determinar a eficiência de uma blindagem de um serviço de medicina nuclear.

Perfil: 435
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL21
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Hidrologia de superfície e hidrogeologia

Questão 1:
Elabore uma apresentação que explique a importância dos conhecimentos de geologia geral, com ênfase na identificação e na classificação de minerais e rochas, e discorra acerca de como os principais elementos da geologia estrutural influenciam processos geotécnicos e hidrogeológicos em ambientes naturais e antrópicos.

Questão 2:
Elabore uma apresentação a respeito dos processos de intemperismo físico, químico e biológico na gênese dos solos, relacionando-os com os controles geológicos e climáticos, e discorra acerca do papel da geomorfologia na compreensão da dinâmica da superfície terrestre e na avaliação de riscos naturais.

Questão 3:
Elabore uma apresentação a respeito das interações entre as águas subterrâneas e os fluxos superficiais em bacias hidrográficas, considerando os principais processos do ciclo hidrológico e os componentes do balanço hídrico, e discorra a respeito de como essas dinâmicas influenciam o comportamento hidrológico e a disponibilidade hídrica em diferentes compartimentos do território.

Questão 4:
Elabore uma apresentação a respeito das implicações geotécnicas e hidroambientais da presença de solos e rochas em contextos sujeitos à contaminação de águas subterrâneas e discorra acerca dos requisitos fundamentais da norma CNEN NN 3.01 (Resolução CNEN nº 323/2024) no que tange à radioproteção e à segurança de fontes de radiação em atividades ambientais e geológicas.

Perfil: 436
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL22
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Rejeitos radioativos

Questão 1:
Os rejeitos radioativos são classificados de acordo com seus níveis, natureza das radiações e meia-vida física. Nesse sentido, elabore uma apresentação que aborde a descrição e a explicação de como são classificados esses rejeitos.

Questão 2:
A segregação dos rejeitos radioativos deve ser realizada no mesmo local onde foram gerados ou em ambiente apropriado. Nesse sentido, elabore uma apresentação acerca das características a serem consideradas durante esse processo e explique cada uma delas.

Questão 3:
O depósito inicial ou intermediário de rejeitos radioativos da classe 1 refere-se ao armazenamento temporário de rejeitos radioativos de alta periculosidade, os quais exigem condições técnicas específicas de segurança. Nesse sentido, elabore uma apresentação que relacione os principais itens de segurança estabelecidos pelas normas vigentes no País e discorra, com clareza e objetividade, a respeito de cada um.

Questão 4:
Elabore uma apresentação a respeito da dispensa incondicional de rejeitos líquidos de instalações radioativas na rede de esgoto sanitário, destacando os requisitos estabelecidos pelas normas vigentes no País.

Perfil: 437
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL22
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Análise determinística de acidentes no ciclo do combustível

Questão 1:
Considerando que uma análise determinística de acidentes para instalações do ciclo do combustível nuclear deve identificar e analisar todos os acidentes de probabilidade não desprezível, desde os menores até os acidentes básicos de projeto, incluindo suas causas e consequências, elabore uma apresentação que mostre as etapas para a elaboração de uma análise determinística de acidentes. Com vistas a manter o nível de segurança da instalação durante a operação, aborde, no mínimo, as interfaces com os demais capítulos dos relatórios de análise de segurança; o atendimento ao princípio de defesa em profundidade; e os aspectos relacionados a vulnerabilidades do público, dos trabalhadores e do meio ambiente.

Questão 2:
No contexto das instalações do ciclo de combustível, um acidente base de projeto (*Design Base Accident*, DBA) é um evento contra o qual uma instalação é projetada, de acordo com os critérios de projeto estabelecidos, para que as suas consequências sejam mantidas dentro de limites definidos.
Com base nisso, elabore uma apresentação que aborde os principais perigos a serem considerados na especificação dos acidentes base de projeto para uma planta de enriquecimento isotópico, durante a elaboração de uma análise determinística de acidentes.
Com base nas funções de segurança para planta de enriquecimento, apresente, para três dos perigos relacionados, exemplos de estruturas, sistemas e componentes importantes para a segurança, a fim de minimizar a probabilidade de ocorrência do acidente base de projeto ou de controlar as consequências químicas e radiológicas. Adicionalmente, quando pertinente, discorra acerca do uso de medidas e de controles administrativos.

Questão 3:
No contexto das instalações do ciclo de combustível, um acidente base de projeto (*Design Base Accident*, DBA) é um evento contra o qual uma instalação é projetada, de acordo com os critérios de projeto estabelecidos, para que as suas consequências sejam mantidas dentro de limites definidos.
Com base nisso, elabore uma apresentação que aborde os principais perigos a serem considerados na especificação dos acidentes base de projeto para uma planta de fabricação de combustível, durante a elaboração de uma análise determinística de acidentes.
Com base nas funções de segurança para planta de fabricação de combustível, apresente, para três dos perigos relacionados, exemplos de estruturas, sistemas e componentes importantes para a segurança, a fim de minimizar a probabilidade de ocorrência do acidente base de projeto ou de controlar as consequências químicas e radiológicas. Adicionalmente, quando pertinente, discorra acerca do uso de medidas e de controles administrativos.

Questão 4:
Para plantas de fabricação de combustível e plantas de conversão, durante o processo de licenciamento, é importante considerar que esses processos utilizam produtos químicos perigosos – tóxicos, inflamáveis e (ou) tóxicos e inflamáveis. No processo de conversão, dois produtos químicos são manuseados: a amônia, que é tóxica e inflamável, e o ácido clorídrico (HF), que é tóxico.
Considerando que estruturas, sistemas e componentes importantes para segurança têm a função de minimizar a probabilidade de ocorrência e (ou) controlar as consequências químicas e radiológicas de um acidente base de projeto, elabore uma apresentação que discorra acerca de como as consequências dos acidentes que envolvem os produtos químicos perigosos citados podem impactar a capacidade de atuação desses itens importantes para a segurança na prevenção ou na mitigação de um acidente em uma planta de conversão.

Perfil: 438
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL22
UTC: LAPOC(MG)
Ênfase: Processos operacionais

Questão 1:
Elabore uma apresentação que discorra acerca das práticas operacionais a serem adotadas para garantir a proteção radiológica dos operadores e a conformidade com a norma CNEN NN 3.01/2024 durante a operação de um laboratório que utiliza fontes radioativas seladas para calibração de detectores.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que aborde os aspectos operacionais e termodinâmicos a serem considerados durante o projeto de uma coluna de destilação industrial para separação de uma mistura binária, a fim de garantir uma operação eficiente e segura. Discorra acerca de, pelo menos, três aspectos importantes.

Questão 3:
Elabore uma apresentação acerca do projeto de um sistema de bombeamento para transportar uma polpa mineral densa em uma planta industrial, abordando, de forma integrada, os fatores a serem considerados para evitar problemas como cavitação, desgaste prematuro da bomba e perda excessiva de carga.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que aborde os parâmetros operacionais a serem monitorados e controlados para garantir alta eficiência de deposição e para minimizar perdas energéticas e defeitos no depósito metálico em processos eletroquímicos industriais como a eletro-obtenção de metais (cobre e zinco, por exemplo).

Perfil: 439
Função: Regulação e Fiscalização
Prova: TEL22
UTC: SEDE/IRD(RJ)
Ênfase: Processos operacionais

Questão 1:
Elabore uma apresentação que discorra acerca das práticas operacionais a serem adotadas para garantir a proteção radiológica dos operadores e a conformidade com a norma CNEN NN 3.01/2024 durante a operação de um laboratório que utiliza fontes radioativas seladas para calibração de detectores.

Questão 2:
Elabore uma apresentação que aborde os aspectos operacionais e termodinâmicos a serem considerados durante o projeto de uma coluna de destilação industrial para separação de uma mistura binária, a fim de garantir uma operação eficiente e segura. Discorra acerca de, pelo menos, três aspectos importantes.

Questão 3:
Elabore uma apresentação acerca do projeto de um sistema de bombeamento para transportar uma polpa mineral densa em uma planta industrial, abordando, de forma integrada, os fatores a serem considerados para evitar problemas como cavitação, desgaste prematuro da bomba e perda excessiva de carga.

Questão 4:
Elabore uma apresentação que aborde os parâmetros operacionais a serem monitorados e controlados para garantir alta eficiência de deposição e para minimizar perdas energéticas e defeitos no depósito metálico em processos eletroquímicos industriais como a eletro-obtenção de metais (cobre e zinco, por exemplo).

Perfil: 440
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL23
UTC: IPEN(SP)
Ênfase: Instrumentação e controle e computação científica

Questão 1:
Elabore uma apresentação acerca da utilização de *softwares* e de dispositivos lógicos programáveis nos sistemas de segurança com base nas metodologias do *Standard Review Plan (SRP),* NRC, e guias da IAEA, que aborde a conceituação de sistemas de segurança, os sistemas digitais e as dificuldades de implementação, a aplicação dos dispositivos lógicos programáveis e a comparação entre as metodologias da NRC e da IAEA.

Questão 2:
Elabore uma apresentação acerca da implementação de requisitos técnicos e administrativos, códigos e chaves de acesso específicos que garantam a execução de ações de prevenção e de proteção contra acessos indevidos aos sistemas digitais de segurança e a equipamentos críticos de tecnologia da informação durante a operação do reator nuclear, de acordo a legislação brasileira e os requisitos das normas da CNEN de proteção física e ao programa nuclear. A apresentação deve abordar a conceituação de sistemas de segurança, a definição de segurança cibernética de sistemas de I&C digitais e IHM, as vantagens e

as dificuldades para implementação da segurança cibernética de sistemas de I&C digitais e IHM, e a comparação entre as metodologias da NRC e da IAEA.

Questão 3:
Elabore uma apresentação acerca das orientações e requisitos, abordagens determinística e probabilística, conceitos comuns de segurança nuclear e cibernética para o projeto, operação e comissionamento de reatores de pesquisa de sistemas de I&C digitais e IHM importantes para a segurança nuclear e sistemas, que leve em conta o conceito de reatores de pesquisa, a análise de segurança de reatores de pesquisa, os requisitos específicos para reatores de pesquisa e a comparação entre as metodologias da NRC e da IAEA.

Questão 4:
Elabore uma apresentação acerca das orientações e dos requisitos para avaliação de modificações de projeto e modernização de sistemas analógicos e de sistemas digitais obsoletos importantes para a segurança nuclear e sistemas, a qual deve abordar a caracterização de modificação de projeto, a análise de segurança para modificações e melhorias de reatores em operação, os requisitos para sistemas digitais obsoletos e a comparação entre as metodologias da NRC e da IAEA.

Perfil: 441
Função: Desenvolvimento Nuclear
Prova: TEL24
UTC: CDTN(MG)
Ênfase: Mineralização

Questão 1:
O Complexo Alcalino de Poços de Caldas, localizado na divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, é uma das maiores estruturas alcalinas da América do Sul. Formado por processos magmáticos e hidrotermais associados ao magmatismo alcalino do Cretáceo Superior, esse maciço apresenta mineralizações significativas de elementos estratégicos, entre eles os elementos terras raras (ETR). Considerando a evolução geológica do complexo, os tipos litológicos presentes e os processos de alteração intempérica e hidrotermal que afetaram suas rochas, elabore uma apresentação que aborde o potencial do Maciço de Poços de Caldas para a exploração de terras raras, os principais minerais portadores de ETR, os ambientes geológicos de ocorrência, as implicações ambientais associadas à radioatividade e os desafios tecnológicos e econômicos para o aproveitamento desses recursos.

Questão 2:
A Ucrânia abriga uma das maiores concentrações de minerais estratégicos e críticos da Europa. Desde a eclosão do conflito com a Rússia, as reservas minerais ucranianas passaram a desempenhar um papel central na geopolítica global, atraindo o interesse de potências como os Estados Unidos da América (EUA) e a União Europeia (UE). Considerando a relevância estratégica desses recursos para a transição energética e a soberania tecnológica, elabore uma apresentação que discorra acerca da importância geoeconômica da Ucrânia no cenário atual, relacionando os tipos de depósitos minerais presentes, os impactos do conflito sobre sua exploração e a disputa internacional pelo controle de cadeias de suprimento desses recursos.

Questão 3:
A caracterização de minerais estratégicos como terras raras, lítio, cobalto e urânio exige o emprego de um conjunto integrado de técnicas analíticas para determinação da composição mineralógica, química e estrutural dos minerais. Métodos como difração de raios X (DRX), espectrometria por energia dispersiva (EDX), fluorescência de raios X (FRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e sua versão com ablação a *laser* (LA-ICP-MS) são ferramentas cruciais para a identificação, a quantificação e a compreensão dos elementos presentes e sua distribuição. Além disso, dados microquímicos obtidos por microssonda eletrônica ou técnicas similares são fundamentais para o cálculo da fórmula química e estrutural dos minerais. Considerando esse contexto, elabore uma apresentação que discorra acerca de como essas técnicas são aplicadas na caracterização de minerais estratégicos, incluindo os princípios de funcionamento, as condições analíticas ideais, os tipos de informações obtidas, os métodos de tratamento de dados e a importância do cálculo da fórmula química a partir da química mineral.

Questão 4:
O Brasil possui reservas importantes de urânio, distribuídas em diferentes contextos geotectônicos e litológicos, refletindo múltiplos estilos de mineralização. Considerando os depósitos brasileiros mais representativos, elabore uma apresentação que descreva os principais tipos de depósitos de urânio encontrados no território nacional, destacando os seus processos de formação e os minerais de urânio associados; relacione esses depósitos como os domínios geológicos e os eventos geotectônicos que os controlam e discorra acerca dos métodos geoquímicos utilizados na prospecção de urânio e a identificação de suas assinaturas anômalas, indicando quais elementos-traço e razões são relevantes nesse contexto.

O(a) candidato(a) deverá elaborar, obrigatoriamente, uma apresentação, em Power Point, a qual será apresentada à banca examinadora e servirá de suporte para a resposta do(a) candidato(a) à questão sorteada. É de responsabilidade do candidato a apresentação do arquivo a ser utilizado e, em caso de falha do *hardware* de armazenamento, a banca não poderá ser responsabilizada.

A entrada dos(as) candidatos(as) na sala de prova será controlada pela coordenação local do concurso, e a inserção das credenciais de acesso será realizada por um fiscal de sala.

Não será admitido ingresso de candidato no local de realização da prova oral e defesa de memorial após o horário fixado para o fechamento dos portões, constante no comunicado de local de prova.

Serão considerados documentos de identidade: carteiras expedidas pelos comandos militares, pelas secretarias de segurança pública, pelos institutos de identificação e pelos corpos de bombeiros militares; carteiras expedidas pelos órgãos fiscalizadores de exercício profissional; passaporte brasileiro; certificado de reservista; carteiras funcionais expedidas por órgão público que, por lei federal, valham como identidade; Carteira de Trabalho - CPTS; Carteira Nacional de Habilitação - CNH.

Não serão aceitos como documentos de identidade: Certidão de Nascimento; cartão de inscrição no CPF; Título Eleitoral; Carteira Nacional de Habilitação (modelo eletrônico); Carteira de Estudante; carteiras funcionais sem valor de identidade; carteiras de identidade digitais (modelo eletrônico); carteiras de identidade com validade vencida; Carteira de Trabalho - CTPS (modelo eletrônico); e documentos ilegíveis, não identificáveis e (ou) danificados.

Outros documentos não serão aceitos como documentos de identidade, bem como documentos ilegíveis, não identificáveis e (ou) danificados e cópias autenticadas.

O candidato que não apresentar documento de identidade original, na forma definida acima, não poderá fazer as provas e será automaticamente eliminado do concurso público.

Após o ingresso na sala, o(a) candidato(a) entregará um *pendrive* com a apresentação ao fiscal, que fará o compartilhamento do documento com os examinadores presentes na sala.

A partir desse momento, o(a) candidato(a) estará apto a controlar a apresentação e responder à questão da Prova Oral. Para tanto, um cronômetro, visível para todos os participantes, aparecerá na tela, e o controle de tempo será de responsabilidade do(a) candidato(a).

A Prova Oral terá duração máxima de até 30 (trinta) minutos, tempo em que o(a) candidato(a) deverá fazer a apresentação do tema selecionado, com o suporte do programa Microsoft Powerpoint, de acordo com as orientações a serem publicadas em edital específico, e responder às arguições que lhe forem feitas pela Banca Examinadora.

A nota final na Prova Oral corresponderá à média aritmética das notas atribuídas por todos os membros da Banca Examinadora.

Em nenhuma hipótese, o(a) candidato(a) poderá assistir à prova de outro(a) candidato(a).

No dia da Prova Oral, em cada turno de sua realização, os(as) candidatos(as) permanecerão isolados em uma sala de espera.

A sequência de apresentação dos(as) candidatos(as) para a Prova Oral será estabelecida por ordem alfabética, considerando todos os(as) candidatos(as) do mesmo perfil, independentemente do local de realização da prova.

A duração máxima da Prova Oral será de 30 (trinta) minutos. Nos 15 (quinze) minutos iniciais, o(a) candidato(a) deverá responder à questão proposta, e a banca examinadora terá 15 (quinze) minutos para a arguição. Ao final da apresentação do(a) candidato(a), deverão ser direcionados questionamentos ao(a) candidato(a) para que ele esclareça algum ponto da apresentação ou para verificar o conhecimento de algum ponto importante da resposta que não foi tratado na apresentação. Esta última parte é extremamente importante, pois servirá de suporte para formar a nota final do(a) candidato(a) na prova.

3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA PROVA ORAL

3.1 Para o cargo de Pesquisador

A Prova Oral, para o cargo de Pesquisador, valerá 20 (vinte) pontos, dos quais 6 (seis) pontos serão atribuídos à apresentação e 14 (quatorze) pontos à resposta à questão proposta.

Os critérios para a avaliação da apresentação (documento de suporte), no total de 6 pontos, são os apresentados a seguir.

1. Estrutura e Organização – EO (2,0 pontos): corresponde à sequência lógica e coerente das ideias e à divisão clara em introdução, desenvolvimento e conclusão.

2. Qualidade Visual e *Design* – QV (1,0 ponto): corresponde ao leiaute limpo e organizado, ao uso adequado de cores e fontes, ao uso eficaz de gráficos, tabelas e imagens (relevância e clareza), e à ausência de erros gramaticais ou ortográficos.

3. Domínio Técnico – DT (2,0 pontos): corresponde à clareza e à profundidade dos conceitos técnicos, bem como à precisão e à correção das informações apresentadas.

4. Aderência ao Tema – AT (1,0 ponto): corresponde ao foco na questão proposta, sem desvios ou informações irrelevantes.

Os critérios para a avaliação da resposta à questão proposta, no total de 14 (quatorze) pontos, são os apresentados a seguir.

1. Domínio Técnico – DT (6,0 pontos): corresponde à capacidade de explicar os conceitos com clareza e precisão, ao uso correto da terminologia técnica e à capacidade de relacionar a teoria com exemplos ou aplicações.

2. Comunicação Verbal – CV (4,0 pontos): corresponde ao uso da voz, à dicção, ao ritmo e à clareza e à capacidade de manter o interesse da banca com interatividade e engajamento.

3. Gestão do Tempo – GT (1,0 ponto): corresponde ao respeito ao tempo determinado, sem atropelar informações.

4. Capacidade de Responder à arguição da banca examinadora – CR (3,0 pontos): corresponde à segurança e à objetividade nas respostas e à capacidade de lidar com perguntas imprevistas ou complexas.

A nota final do(a) candidato(a), na Prova Oral, será a soma das médias dos pontos atribuídos a cada critério de avaliação pelos componentes da banca examinadora, excluídas a maior e a menor nota atribuídas. Persistindo a duplicidade na maior ou na menor nota, será excluída apenas uma delas. Não haverá de debate entre os examinadores para definição das notas ou discussão a respeito da apresentação do(a) candidato(a).

3.2 Para o cargo de Tecnologista

A Prova Oral, para o cargo de Tecnologista, valerá 30 (trinta) pontos, dos quais 10 (dez) pontos serão atribuídos à apresentação e 20 (vinte) pontos à resposta à questão proposta.

Os critérios para a avaliação da apresentação (documento de suporte), no total de 10 pontos, são os apresentados a seguir.

1. Estrutura e Organização – EO (2,0 pontos): corresponde à sequência lógica e coerente das ideias e à divisão clara em introdução, desenvolvimento e conclusão.

2. Qualidade Visual e *Design* – QV (3,0 pontos): corresponde ao leiaute limpo e organizado, ao uso adequado de cores e fontes, ao uso eficaz de gráficos, tabelas e imagens (relevância e clareza), e à ausência de erros gramaticais ou ortográficos.

3. Domínio Técnico – DT (3,0 pontos): corresponde à clareza e à profundidade dos conceitos técnicos, bem como à precisão e à correção das informações apresentadas.

4. Aderência ao Tema – AT (2,0 pontos): corresponde ao foco na questão proposta, sem desvios ou informações irrelevantes.

Os critérios para a avaliação da resposta à questão proposta, no total de 20 pontos, são apresentados a seguir.

1. Domínio Técnico – DT (8,0 pontos): corresponde à capacidade de explicar os conceitos com clareza e precisão, ao uso correto da terminologia técnica e à capacidade de relacionar a teoria com exemplos ou aplicações.

2. Comunicação Verbal – CV (6,0 pontos): corresponde ao uso da voz, à dicção, ao ritmo e à clareza e à capacidade de manter o interesse da banca com interatividade e engajamento.

3. Gestão do Tempo – GT (2,0 pontos): corresponde ao respeito ao tempo determinado, sem atropelar informações.

4. Capacidade de Responder à arguição da banca examinadora – CR (4,0 pontos): corresponde à segurança e à objetividade nas respostas e à capacidade de lidar com perguntas imprevistas ou complexas.

A nota final do(a) candidato(a), na Prova Oral, será a soma das médias dos pontos atribuídos a cada critério de avaliação pelos componentes da banca examinadora. Não há previsão de debate entre os examinadores para definição das notas ou discussão a respeito da apresentação do(a) candidato(a).

4. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Será eliminado do concurso o(a) candidato(a) que não comparecer à Defesa de Memorial ou à Prova Oral, no dia, hora e local definidos ou, ainda, obtiver nota zero na avaliação.

Os(as) candidatos(as) convocados devem observar rigorosamente a data e o horário de realização da etapa informados ao lado de cada nome. Os(as) candidatos(as) deverão assinar lista de presença.

O(a) candidato(a) convocado deverá comparecer ao local de realização na data, horário e local designado, com antecedência mínima de 10 (dez) minutos do horário marcado para a realização da fase, munido de documento oficial de identidade original.

Os(as) candidatos(as) ficarão em espaço reservado até o momento da apresentação, não podendo haver comunicação entre os(as) candidatos(as) durante e após a apresentação de cada um deles. O(a) candidato(a) não poderá retirar-se do espaço reservado para espera, sem autorização do IADES, sob pena de eliminação do certame.

Os(as) candidatos(as) não poderão, durante a realização da prova, manter comunicação entre si, utilizar máquinas calculadoras ou similares, livros, anotações, impressos ou qualquer outro material de consulta ou, ainda, fazer qualquer anotação.

No dia de realização das provas, não será permitido o ingresso de armas ou aparelhos eletrônicos (bip, telefone celular, relógio de qualquer espécie, walkman, aparelho portátil de armazenamento e de reprodução de músicas, vídeos e outros arquivos digitais, agenda eletrônica, notebook, tablets eletrônicos, palmtop, receptor, gravador, entre outros). Caso o candidato leve algum aparelho eletrônico, este deverá permanecer desligado e, se possível, com a bateria retirada durante todo o período em permanecer no local de prova, devendo, ainda, ser acondicionado em embalagem fornecida pelo IADES.

Não será permitida, durante a realização da prova, e durante a permanência no local de prova, a utilização de aparelho auditivo, salvo o candidato que teve seu uso autorizado em conformidade com o subitem 8.1 do Edital Normativo.

Recomendamos que o candidato não leve, no dia de realização das provas, objeto algum citado acima. O funcionamento de qualquer tipo de aparelho eletrônico durante a realização das provas implicará a eliminação automática do candidato.

É permitido ao candidato levar lanche para a sala de espera antes da chamada para realização das provas.

Se houver algum motivo que impeça a realização de uma ou mais bancas examinadoras de acordo com o estabelecido no edital normativo do concurso, a critério do IADES e da CNEN, será determinada nova data para a realização, com a manutenção da questão selecionada para o perfil em questão.

As demais informações a respeito da Defesa de Memorial e da Prova Oral constarão no comunicado de convocação para essas fases.

Brasília – DF, 15 de julho de 2025.

Instituto Americano de Desenvolvimento – IADES
Central de Atendimento ao Candidato