



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR

COMISSÃO DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL
COREMU/USP**PROCESSO SELETIVO DOS PROGRAMAS DE RESIDÊNCIA EM ÁREA PROFISSIONAL DE
SAÚDE – USP 2022**

31/10/2021

Instruções

1. Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.
2. Verifique se o seu nome está correto na capa deste caderno e se corresponde à área profissional em que você se inscreveu. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
3. Verifique se o caderno está completo. Ele deve conter 40 questões objetivas (7 questões de Interpretação de texto; 8 questões de Conhecimentos gerais; 25 questões de Conhecimentos específicos em Física/Física Médica), com cinco alternativas cada uma, e um estudo de caso, com questões dissertativas. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
4. Durante a prova, são **vedadas** a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta, eletrônico ou impresso, e de aparelhos de telecomunicação.
5. A prova deverá ser feita utilizando caneta esferográfica com **tinta azul**. Escreva com letra legível e não assine as suas respostas, para não as identificar.
6. As respostas das questões dissertativas deverão ser escritas exclusivamente nos quadros destinados a elas. O verso das folhas poderá ser utilizado para rascunho e não será considerado na correção.
7. Duração da prova: **4h30**. Tempo mínimo de permanência obrigatória: **2h30**. Não haverá tempo adicional para transcrição de respostas.
8. Uma foto sua será coletada para fins de reconhecimento facial, para uso exclusivo da FUVEST, nos termos da lei.
9. Ao final da prova, é **obrigatória** a devolução da folha de respostas acompanhada deste caderno de questões.

Declaração

Declaro que li e estou ciente das informações que constam na capa desta prova, na folha de respostas, bem como dos avisos que foram transmitidos pelo fiscal de sala.

ASSINATURA

O(a) candidato(a) que não assinar a capa da prova será considerado(a) ausente da prova.

INTERPRETAÇÃO DE TEXTO

TEXTO PARA AS QUESTÕES DE 01 A 03

Descrito há pouco mais de um século, o Alzheimer apaga a memória e reduz a capacidade de planejar e realizar as tarefas do dia a dia. Todavia, esses sinais são típicos dos estágios avançados da doença. Muito antes, ela pode se manifestar de modo dissimulado, fazendo-se confundir com problemas como a depressão, a ansiedade ou alterações súbitas no padrão de sono e apetite.

Sabe-se que esses distúrbios psiquiátricos são mais frequentes nas pessoas que desenvolvem Alzheimer do que na população idosa saudável. Parte dos especialistas defende, com base em estudos populacionais, que a depressão e a ansiedade surgiriam primeiro, em decorrência das dificuldades impostas pelo próprio envelhecimento, e, se não tratadas, aumentariam o risco de Alzheimer. Contudo, surgem evidências de que, ao menos em parte dos casos, o oposto pode acontecer: as manifestações psiquiátricas seriam consequência dos danos neurológicos dos estágios iniciais do Alzheimer.

Em um trabalho conduzido pela neuropatologista brasileira Lea Tenenholz Grinberg, observou-se que, após surgirem as primeiras lesões neurológicas do Alzheimer, o risco de problemas psiquiátricos aumenta. “Esses resultados indicam que, em parte desses casos, a doença de Alzheimer já está instalada em áreas que modulam a atividade cerebral quando as primeiras manifestações psiquiátricas surgem”, afirma Lea.

Os novos achados podem representar dois avanços para a pesquisa e o tratamento do Alzheimer. O primeiro é que a identificação precoce de sinais psiquiátricos pode auxiliar no teste de novos medicamentos. Além disso, a manifestação psiquiátrica do Alzheimer talvez torne possível iniciar mais cedo o uso de medicações já disponíveis.

“Uma importância do estudo coordenado por Lea é mostrar que a depressão no idoso pode não ser de origem primária, causada por fatores sociais ou ambientais, mas resultado de degeneração de regiões cerebrais”, afirma a psiquiatra Paula Villela Nunes, professora da Faculdade de Medicina de Jundiaí. Isso não significa que seria mais fácil tratar essas pessoas. Especializada em psiquiatria geriátrica e pesquisadora do Instituto de Psiquiatria (IPq) da USP, Paula suspeita que a depressão decorrente do Alzheimer responda pior aos antidepressivos por causa das lesões degenerativas no cérebro. “Tratar esses casos de depressão talvez seja tão desafiador quanto tratar as demências”, diz Paula.

Dezenas de compostos já foram testados para tentar deter ou retardar o Alzheimer. Atualmente, os especialistas apostam que a saída é buscar formas de identificar as lesões no início ou antes de começarem e usar compostos que evitem os danos antes de surgirem os sinais clínicos da doença.

Há urgência para encontrar tratamentos eficazes contra o Alzheimer. Os compostos usados para retardar a perda de memória agem sobre o neurotransmissor acetilcolina, aumentando a atenção. Eles, no entanto, funcionam por, no máximo, alguns anos. Além disso, a doença vem se tornando mais frequente à medida que as pessoas vivem mais. A Organização Mundial da Saúde calcula que existam quase 50 milhões de pessoas com demência no mundo, de 60% a 80% dos casos provocados por Alzheimer. Esse número deve triplicar até 2050.

Ricardo Zorzetto. **Revista Fapesp**. Edição 273, nov. 2018. Adaptado.

01

O objetivo principal do artigo é apresentar evidências de que

- (A) alterações no padrão de sono e apetite relacionadas ao Alzheimer acometem com mais frequência pessoas que já apresentavam histórico de depressão e ansiedade.
- (B) testes promissores de novos medicamentos contra o Alzheimer, elaborados a partir de ensaios clínicos em pessoas em estágio avançado da doença, estão em curso.
- (C) idosos com predisposição à depressão devido a fatores ambientais e psicológicos têm maior probabilidade de desenvolver o Alzheimer.
- (D) problemas psiquiátricos podem ser indícios de que os danos neurológicos dos estágios iniciais do Alzheimer já estão instalados.
- (E) medicamentos já usados no tratamento das demências podem ajudar a tratar a depressão associada ao Alzheimer.

02

Depreende-se corretamente do texto que o autor

- (A) expõe uma contradição a respeito do diagnóstico do Alzheimer em “Todavia, esses sinais são típicos dos estágios avançados da doença” (1º parágrafo).
- (B) assinala uma condição para o aumento do risco do desenvolvimento do Alzheimer em “em decorrência das dificuldades impostas pelo próprio envelhecimento” (2º parágrafo).
- (C) ressalta que a doença deve triplicar até 2050 para corroborar o argumento exposto em “Há urgência para encontrar tratamentos eficazes contra o Alzheimer” (7º parágrafo).
- (D) introduz um argumento que ratifica a afirmação imediatamente anterior em “Eles, no entanto, funcionam por, no máximo, alguns anos” (7º parágrafo).
- (E) estabelece noção de causa e consequência, respectivamente, em “a doença vem se tornando mais frequente à medida que as pessoas vivem mais” (7º parágrafo).

03

A afirmação de que o Alzheimer “pode se manifestar de modo dissimulado” (1º parágrafo) significa, no contexto, que os sintomas da doença podem

- (A) fazê-la progredir de modo desfavorável quando não tratados.
- (B) variar bastante de um paciente para outro.
- (C) ser erroneamente associados aos de outras condições.
- (D) deixar de responder a determinados medicamentos.
- (E) apresentar maior gravidade em determinado grupo etário.

TEXTO PARA AS QUESTÕES DE 04 A 06

Dentro do campo mais amplo da Psicologia, os analistas do comportamento adotam um conjunto de pressupostos e orientações presentes em uma proposta epistemológica específica, denominada behaviorismo radical. Essa proposta foi inicialmente apresentada pelo psicólogo estadunidense B. F. Skinner (1904-1990).

A fundamentação no behaviorismo radical faz com que os analistas do comportamento compartilhem formas específicas de caracterizar e pesquisar os fenômenos psicológicos e também de intervir sobre eles. Na análise do comportamento, há uma ligação estreita entre essas atividades – caracterizar, pesquisar e intervir.

Em certa ocasião, Skinner afirmou que o comportamento humano é “possivelmente o mais difícil objeto já submetido à análise científica”. A forma como os analistas do comportamento caracterizam e estudam seu objeto produz um conjunto singular de conhecimentos, que permite intervir de maneiras efetivas sobre o comportamento de pessoas e grupos em seu cotidiano.

As intervenções realizadas pela análise do comportamento derivam diretamente dos conhecimentos científicos produzidos pelos analistas do comportamento dedicados à pesquisa. Isso dá aos analistas do comportamento a confiança de que suas intervenções têm fundamentação científica sólida.

Assim, os analistas do comportamento são especialmente céticos em relação a propostas psicológicas que não descrevam claramente seus conceitos, suas evidências empíricas e métodos utilizados para produzi-las. Auxiliar as pessoas a mudar comportamentos demanda quantidade considerável de conhecimento, tempo e trabalho. Esse é um campo em que é fácil encontrar pessoas sem preparo profissional adequado vendendo soluções mágicas por meio de teorias vagas. Basta pensar nas tantas promessas de que é possível “mudar sua vida” praticando certos rituais ou comprando certos produtos. No campo mais amplo dos estudos do comportamento, a aplicação de métodos científicos constitui a exceção, não a regra. A disciplina Análise do comportamento faz parte da exceção.

O objetivo primordial do analista do comportamento é descobrir por que uma pessoa, ou grupo de pessoas, faz o que faz, da maneira como faz. Analisar o comportamento é identificar relações funcionais entre aspectos do ambiente e aspectos do comportamento das pessoas. Essa identificação não é baseada apenas no que o analista do comportamento “acha” que pode afetar o comportamento. As relações funcionais precisam ser descritas empiricamente, por meio de métodos experimentais que permitam verificar com clareza os efeitos de variáveis ambientais sobre o comportamento do indivíduo (Cooper et al., 2007; Johnston; Pennypacker, 2009; Sidman, 1960).

Alexandre Dittrich. Bruno Angelo Strapasson. In: Sella, Ana Carolina; Ribeiro, Daniela Mendonça (Org.). *Análise do comportamento aplicada ao transtorno do espectro autista*. Curitiba: Appris, 2018. Capítulo 4. “Bases Filosóficas da Análise do Comportamento Aplicada”, edição digital. Adaptado.

04

Segundo o texto, o analista do comportamento

- (A) lida com um campo de estudos subjetivo, cujo maior desafio é testar na prática suas propostas de intervenção comportamental.
- (B) dedica-se ao funcionamento das relações sociais, com o intuito primordial de descrevê-las.
- (C) desvenda aspectos da personalidade de determinado indivíduo, oferecendo-lhe a possibilidade de autocohecimento.
- (D) atua com o intuito de influir sobre o comportamento de indivíduos ou grupos, a partir do trabalho de caracterização e pesquisa.
- (E) investiga o impacto do meio social nas atitudes de indivíduos e grupos, com o objetivo de propor soluções cabíveis a determinada sociedade.

05

O termo sublinhado em “Assim, os analistas do comportamento são especialmente céticos em relação a propostas psicológicas que não descrevam claramente seus conceitos” (5º parágrafo) introduz uma

- (A) concessão.
- (B) comparação.
- (C) condição.
- (D) oposição.
- (E) conclusão.

06

A afirmação de que a Análise do comportamento “faz parte da exceção” (5º parágrafo) baseia-se na premissa de que essa disciplina

- (A) atua sobre o comportamento a partir de fundamentos científicos.
- (B) identifica influências do ambiente sobre o indivíduo.
- (C) revela as estruturas inconscientes responsáveis pelo comportamento.
- (D) desvenda processos mentais responsáveis por determinado comportamento.
- (E) propõe-se a investigar problemas comportamentais que sejam prejudiciais ao conjunto da sociedade.

07

Observe o cartaz a seguir:



Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/o-que-e-hanseníase/>.

A campanha veiculada no cartaz alerta sobre

- (A) as principais formas de transmissão da hanseníase.
- (B) o preconceito contra o paciente acometido pela hanseníase.
- (C) os efeitos da falta de adesão ao tratamento da hanseníase.
- (D) a importância da adesão aos métodos de prevenção da hanseníase.
- (E) a necessidade de controlar a propagação da hanseníase.

CONHECIMENTOS GERAIS

08

Conforme o Decreto 7.508 de 2011, é correto afirmar que a integralidade da assistência à saúde se inicia e se completa

- (A) na Rede de Atenção à Saúde, mediante referenciamento do usuário na rede regional e interestadual, conforme pactuado nas Comissões Intergestores.
- (B) na provisão de cuidados de saúde em serviços públicos e privados, conforme a pactuação consensual entre os entes federativos.
- (C) na conjugação das ações e serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde executados pelos entes federativos, de forma direta ou indireta.
- (D) no acesso universal e igualitário nos diferentes serviços de saúde ordenados pela atenção primária, dentro de uma Rede de Atenção à Saúde.

- (E) na oferta de ações e serviços de saúde articulados em níveis de complexidade crescente, com a finalidade de oferecer assistência à saúde.

09

De acordo com a Portaria 4.279 de 30 de dezembro de 2010, o trabalho é uma categoria central para uma política de valorização dos trabalhadores de saúde. De acordo com essa Portaria, em que reside o trabalho vivo?

- (A) Nas relações estabelecidas no ato de cuidar que são os vínculos, a escuta, a comunicação e a responsabilização pelo cuidado integral em saúde.
- (B) Nas relações que são estabelecidas no ato de cuidar; é o momento de se pensar o projeto terapêutico singular, com base na escuta e na responsabilização do cuidado.
- (C) Na superação do cuidado fragmentado que se fundamenta das ações curativas, centrado no cuidado médico e estruturado com ações e serviços de saúde dimensionado a partir da oferta.
- (D) Na valorização do espaço de trabalho em saúde dos profissionais comprometidos em realizar a clínica ampliada, comprometendo-se com o cuidado integral.
- (E) Na ampliação do objeto de trabalho em saúde, compreendendo os problemas de saúde, ou seja, entendendo as situações de risco ou a vulnerabilidade das pessoas.

10

Os cientistas Louis Pasteur e Robert Koch iniciaram uma nova fase na evolução da ciência na área da saúde: a descoberta e o estudo dos microrganismos. A partir dessas descobertas, podemos atribuir uma mudança de foco dos profissionais que

- (A) se preocupam mais com as doenças e seu estudo do que com o doente e a consequência das doenças para o doente.
- (B) não consideram a pessoa humana em todas as suas dimensões: biológica, psicológica, social ou moral e espiritual.
- (C) perdem o entendimento de que o paciente é uma pessoa única e que deve ser considerado em sua totalidade.
- (D) defendem que o conceito de autonomia ficou enfraquecido, pois só os mais fortes conseguirão expressar e exercer a sua liberdade.
- (E) entendem que a busca da supressão da dor e a extensão do prazer se tornou o único referencial para todas as ações.

11

De acordo com o Ministério da Saúde (2007), é correto afirmar que Clínica Ampliada consiste em

- (A) Ajudar o sujeito em seu problema de saúde, realizando o diagnóstico de maneira ética, solicitando exame complementar para se comprovar determinada doença, prescrevendo remédio e terapias alternativas.
- (B) Ter um compromisso radical em realizar o diagnóstico da doença do sujeito, reconhecer seus limites e possibilidades para adquirir os medicamentos prescritos, trabalhando com as restrições de suas possibilidades.
- (C) Perguntar e ouvir do sujeito o que ele entendeu sobre o diagnóstico realizado de modo que possa seguir as orientações oferecidas a fim de obter êxito no tratamento.
- (D) Assumir responsabilidade sobre o usuário do serviço com um compromisso ético profundo, considerando a singularidade do sujeito, e buscar ajuda em outros setores, a que se dá o nome de intersectorialidade.
- (E) Orientar os sujeitos a entender seus problemas de saúde e, de uma maneira ética, buscar ajuda de outros setores para realizar o diagnóstico e exames de acordo com as possibilidades do sujeito.

12

O trabalho em saúde com a Clínica Ampliada “pode ser comparado a uma corrente, cuja resistência (eficácia) depende de todos os elos. Se a corrente é quase toda de aço, mas um elo é de plástico, a resistência à tração do conjunto é a do plástico e não a do aço.” Essa metáfora demonstra:

- (A) A qualidade da atenção e a satisfação dos trabalhadores em escutar o sujeito e produzir vínculos e afetos sem os quais não se produz o trabalho ancorado na Clínica Ampliada.
- (B) A qualidade da atenção e a satisfação do trabalhador no diálogo com a gestão, a fim de que o gestor possa ser seu representante entre os profissionais do serviço.
- (C) A equipe multiprofissional de Saúde da Família, que é referência para uma determinada população, com uma gestão de referência facilitando o vínculo específico entre um grupo de profissionais.
- (D) Trabalho cooperativo, com certa divisão de trabalho na atenção à saúde dos usuários, e gestor mediando o diálogo entre os trabalhadores e os demais serviços, possibilitando a integração do cuidado.
- (E) A interdependência do trabalho em saúde é válida tanto para um serviço de saúde com seus diferentes profissionais quanto para o sistema de saúde com seus diferentes serviços.

13

As reformas previstas e defendidas na 8ª Conferência Nacional de Saúde, que aprovou o conceito da saúde como um direito do cidadão e delineou os fundamentos do SUS, estavam na contramão naquele período porque

- (A) a concepção política e ideológica do movimento defendia a saúde como uma questão exclusivamente social.
- (B) havia estabilidade econômica com a retração dos movimentos sociais, pois os trabalhadores ganhavam poder de compra.
- (C) permitiram que maior número de atores participasse do processo de tomada de decisão e implementação da política de saúde.
- (D) recebeu apoio do presidente da República que não seguia a agenda neoliberal e se comprometeu com a reforma sanitária.
- (E) as reformas difundidas naquela época no resto do mundo questionavam a manutenção do estado de bem-estar social.

14

Ancorado em um quadro teórico, Peduzzi (2001) construiu uma tipologia referente a duas modalidades de trabalho em equipe. Assinale a alternativa que caracteriza a tipologia da Equipe Integração:

- (A) Justaposição das ações; agrupamento dos agentes.
- (B) Articulação das ações; agrupamento dos agentes.
- (C) Justaposição das ações; interação dos agentes.
- (D) Articulação das ações; interação dos agentes.
- (E) Articulação das ações; articulação dos agentes.

15

No documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente, são apresentados os atributos da qualidade para a segurança do paciente. O atributo “Oportunidade” é definido como:

- (A) Evitar lesões e danos nos pacientes decorrentes do cuidado, que tem como objetivo ajudá-los.
- (B) Redução do tempo de espera e de atrasos potencialmente danosos tanto para quem recebe como para quem presta o cuidado.
- (C) Cuidado sem desperdício, incluindo aquele associado ao uso de equipamentos, suprimentos, ideias e energia.
- (D) Qualidade do cuidado que não varia em decorrência de características pessoais, como gênero, etnia, localização geográfica e condição socioeconômica.
- (E) Cuidado respeitoso e responsivo às preferências, necessidades e valores individuais dos pacientes, assegurando que os valores do paciente orientem todas as decisões clínicas.

FÍSICA / FÍSICA MÉDICA

16

A tese de doutorado de Louis de-Broglie, apresentada em 1924 à Universidade de Paris, teve sua originalidade imediatamente reconhecida, porém faltavam evidências experimentais para sua teoria. Sobre o postulado apresentado nessa tese, é correto afirmar:

- (A) Estabelece que a radiação eletromagnética pode apresentar comportamento corpuscular, propagando-se em pacotes de energia denominados fótons.
- (B) Propôs o comportamento ondulatório da matéria, mas ainda não há evidência experimental de tal fenômeno.
- (C) Foi comprovada com experimentos de difração de elétrons em um sólido cristalino.
- (D) Conseguiu explicar a difração de raios X em materiais cristalinos.
- (E) Hipotetizou a dualidade onda-partícula do elétron, resultando na lei de Bragg da difração.

17

Dentre os diversos processos pelos quais a radiação pode interagir com a matéria, podem ser citados o efeito fotoelétrico, o espalhamento Compton e a produção de pares. O processo que possui uma energia mínima para ocorrer e é predominante para fótons de alta energia interagindo com átomos de alto número atômico, é caracterizado por:

- (A) Resultar em dois fótons com mesma energia em direções diametralmente opostas.
- (B) Ejetar um elétron e um pósitron com energia cinética de 511 keV.
- (C) Converter energia em matéria por meio da interação de um fóton com o campo coulombiano do núcleo.
- (D) Ocorrer preferencialmente com elétrons das camadas K e L.
- (E) Emitir um antineutrino para conservação de energia.

18

Os limites de dose anuais para indivíduos ocupacionalmente expostos e para indivíduos do público são, respectivamente, 20 mSv e 1 mSv. Para os indivíduos expostos e seus descendentes, esses limites tem como objetivo:

- (A) Limitar a probabilidade de reações teciduais.
- (B) Diminuir a severidade das reações teciduais.
- (C) Reduzir a probabilidade de efeitos estocásticos.
- (D) Diminuir a severidade de efeitos estocásticos.
- (E) Eliminar a probabilidade de reações teciduais.

19

Uma fonte de Cs-137 emite radiação isotropicamente a uma taxa de dose de 4 mGy/h a 20 cm da fonte. Qual é o tempo de exposição necessário para depositar uma dose de 6 mGy em um ponto a 10 cm da fonte?

- (A) 6,25 minutos
- (B) 16,6 minutos
- (C) 22,5 minutos
- (D) 45 minutos
- (E) 90 minutos

20

As unidades Hounsfield (UH), usadas em imagens de tomografia computadorizada, são definidas como:

$$UH = \frac{\mu_{\text{tecido}} - \mu_{\text{água}}}{\mu_{\text{água}}} \times 1000,$$

onde μ_{tecido} e $\mu_{\text{água}}$ são, respectivamente, os coeficientes de atenuação linear do tecido (representado em um dado pixel da imagem) e da água. Sobre as unidades Hounsfield, é correto afirmar que

- (A) a UH da água é igual a 1, dado que nesse caso μ_{tecido} é igual a $\mu_{\text{água}}$.
- (B) o valor de UH para um dado tecido depende da corrente do tubo utilizada para a formação da imagem.
- (C) $UH = -1$ é relacionado a um tecido cujo μ_{tecido} é 0,1% menor que $\mu_{\text{água}}$.
- (D) a grandeza física UH para um dado tecido não depende da tensão do tubo utilizada para formação da imagem.
- (E) tecidos com densidade menor que a da água têm valor de UH entre 0 e 1.

21

A porcentagem de dose em profundidade (PDP) de um feixe de fótons de radioterapia é utilizada para o planejamento físico dos tratamentos. Acerca da variação da PDP com a distância fonte-superfície (DFS), é correto afirmar que a PDP

- (A) não varia com a DFS.
- (B) aumenta com o aumento da DFS para qualquer distância.
- (C) diminui com o aumento da DFS para qualquer distância.
- (D) aumenta com o aumento da DFS para distâncias maiores que a profundidade de máxima dose.
- (E) diminui com o aumento da DFS para distâncias maiores que a profundidade de máxima dose.

22

A Proteção Radiológica baseia-se nos princípios básicos de *Justificação, Otimização e Limitação das doses* com objetivo de proteger o homem, seus descendentes e o meio ambiente dos efeitos deletérios das radiações ionizantes, sem limitar os benefícios de seu uso. É correto afirmar que o princípio da

- (A) justificação não se aplica às exposições médicas, já que as exposições de pacientes não ficam restritas aos limites de doses individuais.
- (B) otimização está relacionado ao princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*).
- (C) limitação das doses se aplica às doses efetivas coletivas, mas não individuais.
- (D) otimização não se aplica às exposições médicas, em que o princípio da justificação já fornece as bases fundamentais para a exposição dos pacientes.
- (E) limitação das doses não se aplica a acompanhantes de pacientes e voluntários que eventualmente assistam pacientes em exames com radiação ionizante.

23

Um tubo de raios X operando com uma tensão de 80 kVp e uma corrente de 1 mA produz um feixe com uma fluência de 10^9 m^{-2} medida a 1 m de distância da saída do tubo. Considerando uma fonte pontual, para conseguir uma fluência de $4 \times 10^9 \text{ m}^{-2}$, é necessário:

- (A) Aplicar uma tensão no tubo de 160 kVp, uma corrente de 4 mA e diminuir a distância para 0,5 m.
- (B) Aplicar uma tensão no tubo de 160 kVp e manter a corrente fixa em 1 mA, mantendo a distância de 1 m.
- (C) Manter a tensão no tubo em 80 kVp e aplicar uma corrente de 2 mA, mantendo a distância de 1 m.
- (D) Aplicar uma tensão no tubo de 160 kVp e uma corrente de 2 mA, mantendo a distância de 1 m.
- (E) Manter a tensão no tubo em 80 kVp, aplicar uma corrente de 4 mA, e diminuir a distância para 0,5 m.

24

A tomografia por emissão de pósitrons (PET) e a tomografia por emissão de fóton único (SPECT) são duas técnicas de imagem muito utilizadas em medicina nuclear. Sobre essas técnicas, é correto afirmar:

- (A) A detecção simultânea de fótons de aniquilação permite ao tomógrafo SPECT localizar a origem da emissão ao longo da linha entre dois detectores.
- (B) Tomógrafos SPECT dispõem o uso de colimadores, pois detectam fótons de aniquilação.
- (C) O tomógrafo PET faz a detecção simultânea de dois fótons de aniquilação, enquanto o tomógrafo SPECT detecta apenas um fóton de aniquilação.

- (D) A resolução espacial do tomógrafo PET é prejudicada pelo fato de que fótons de aniquilação nem sempre são emitidos com direções exatamente opostas.
- (E) A distância que o pósitron viaja antes da aniquilação causa borrimento das imagens obtidas em tomógrafos SPECT.

25

Núcleos com grande número de massa podem emitir partículas alfa para alcançar a estabilidade. No decaimento alfa, o espectro de partículas emitido é

- (A) composto por uma parte contínua e por linhas discretas, dada a característica probabilística da emissão.
- (B) contínuo, com partículas sendo emitidas em energias desde um valor mínimo até a máxima energia carregada pela partícula alfa.
- (C) discreto, com energias correspondendo às diferentes transições alfa possíveis para o nuclídeo.
- (D) caracterizado por uma única linha discreta, relacionada à energia determinística da partícula alfa emitida.
- (E) desconhecido, sendo possível apenas determinar o espectro dos fótons emitidos na interação das partículas alfa com o meio.

26

A teoria de Schroedinger da mecânica quântica especifica as leis do movimento ondulatório a que partículas de sistemas microscópicos obedecem. Sobre essa teoria, é correto afirmar:

- (A) É válida para sistemas físicos relativísticos e não relativísticos.
- (B) Uma combinação linear arbitrária de todas as funções de onda que satisfazem a equação de Schroedinger também é solução dessa equação.
- (C) Soluções aceitáveis para a equação de Schroedinger são aquelas onde a função de onda e sua derivada são finitas, unívocas e descontínuas.
- (D) Prevê a quantização da energia total de uma partícula livre.
- (E) É válida apenas nos casos em que o potencial é independente do tempo.

27

Detectores a gás são fundamentais para diversas aplicações que envolvem radiações ionizantes e, portanto, são muito utilizados em física médica. Dentre os diversos usos desses detectores na área médica, destaca(m)-se:

- (A) Medições de dose com detectores Geiger-Müller.
- (B) Identificação de radionuclídeos com câmaras de ionização.
- (C) Uso de contadores proporcionais para dosimetria pessoal.
- (D) Determinação da dose de entrada na pele com câmaras de ionização padrão.
- (E) Medições de kerma no ar com câmaras de ionização de placas paralelas.

28

A camada semirredutora (CSR) de um feixe de raios X diagnóstico foi determinada experimentalmente utilizando atenuadores de alumínio. O valor encontrado foi $CSR = 2,1 \text{ mmAl}$. O valor do coeficiente de atenuação linear efetivo para esse feixe é:

- (A) $0,33 \text{ mm}^{-1}$
- (B) $1,54 \text{ cm}^{-1}$
- (C) $0,46 \text{ mm}^{-1}$
- (D) $2,14 \text{ cm}^{-1}$
- (E) $2,4 \text{ mm}^{-1}$

29

Um acelerador linear utilizado em radioterapia produz um feixe de fótons a 10 MV e 300 U.M./min. Esse feixe foi calibrado para depositar 1 Gy/U.M. na profundidade de máxima dose de um objeto simulador de água quando é utilizado um campo de $10 \times 10 \text{ cm}^2$ e uma distância fonte-superfície de 100 cm. Qual é a taxa de dose na profundidade de máxima dose para essa geometria de irradiação?

- (A) 300 Gy/U.M.
- (B) 10 Gy/U.M.
- (C) 1 Gy/min
- (D) 180 Gy/s
- (E) 300 Gy/min

30

O coeficiente de probabilidade de risco nominal considerado atualmente para descrever a ocorrência de todos os tipos de câncer e de efeitos hereditários é de 5% por sievert. O risco desses efeitos é descrito como uma função

- (A) da dose absorvida.
- (B) da dose efetiva.
- (C) da dose equivalente.
- (D) do tempo de exposição.
- (E) do kerma.

31

A degenerescência da energia total dos estados ligados em um átomo de um único elétron ocorre

- (A) devido à existência de órbitas de formas diferentes associadas aos mesmos números quânticos principal (n), azimutal (l), magnético (ml) e de spin (ms).
- (B) porque a energia total de um elétron ligado depende do número quântico principal (n), mas independe dos números quânticos azimutal (l) e magnético (ml).
- (C) quando autovalores diferentes estão associados à mesma autofunção.
- (D) durante a ação de um campo magnético externo.
- (E) apenas para elétrons no orbital K ($n = 1$) do átomo de hidrogênio.

32

Em imagens diagnósticas, o contraste é importante para permitir o diagnóstico de alterações por meio da boa visualização das estruturas anatômicas na imagem, podendo ser definido através dos sinais máximo (f_{max}) e mínimo (f_{min}) da imagem ou dos sinais do objeto (f_o) e do fundo (f_f) da imagem. O contraste, C, da imagem pode ser quantificado pela equação:

$$(A) C = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_{max} + f_{min}}$$

$$(B) C = \frac{f_{max} + f_{min}}{f_{max} - f_{min}}$$

$$(C) C = \frac{f_{max} + f_{min}}{f_{min}}$$

$$(D) C = \frac{f_o}{f_o + f_f}$$

$$(E) C = \frac{f_o + f_f}{f_o - f_f}$$

33

Radiação ionizante é um termo muito amplo utilizado para definir qualquer radiação capaz de produzir ionizações em um meio, removendo elétrons de átomos ou moléculas. Assinale a alternativa que descreve corretamente uma das subclassificações para melhor especificar os diversos tipos de radiação ionizante:

- (A) Partículas com transferência direta de energia, como raios X e gama.
- (B) Radiações indiretamente ionizantes, como partículas alfa e beta.
- (C) Partículas carregadas leves, como prótons e elétrons.
- (D) Partículas carregadas pesadas, como os raios delta.
- (E) Partículas com transferência indireta de energia, como fótons e nêutrons.

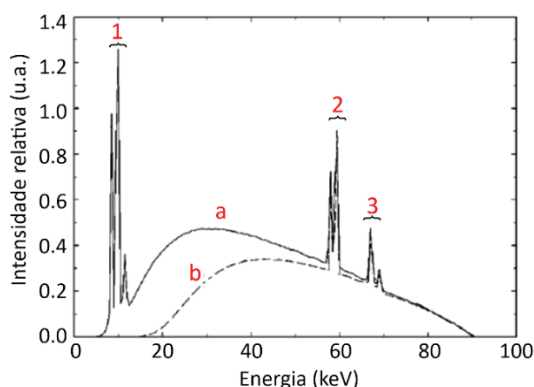
34

A primeira descrição do espalhamento de raios gama por elétrons foi feita por Thomson. Porém, sua teoria resultou em valores de seção de choque muito grandes para fótons com energias maiores que 0,01 MeV. Em 1929, Klein e Nishina desenvolveram uma teoria capaz de descrever com sucesso os resultados experimentais de espalhamento. Sobre a teoria desenvolvida por esses cientistas, pode-se afirmar:

- (A) A seção de choque de Klein-Nishina reduz-se à seção-de-choque Thomson para fótons de alta energia.
- (B) Thomson descreve a interação de fótons com elétrons ligados e estacionários.
- (C) Os valores de seção de choque de Klein-Nishina dispensam correções adicionais para fótons de baixa energia.
- (D) A seção de choque de Klein-Nishina descreve a probabilidade de ocorrência do efeito Compton.
- (E) No efeito Thomson, o fóton espalhado tem energia menor que o fóton incidente.

35

A figura mostra espectros típicos de raios X produzidos por um tubo com alvo de tungstênio.



Sobre os espectros mostrados na figura, pode-se afirmar:

- (A) os dois espectros possuem a mesma fluência de energia.
- (B) os picos identificados pelos números 1, 2 e 3 são relacionados aos raios X característicos K_{γ} , K_{β} e K_{α} , respectivamente.
- (C) o espectro identificado pela letra *b* foi produzido com corrente do tubo menor que o espectro identificado pela letra *a*.
- (D) a filtração do espectro identificado pela letra *a* tem número atômico maior que a filtração do espectro identificado pela letra *b*.
- (E) os picos identificados pelos números 1, 2 e 3 são relacionados aos raios X característicos das transições $L_{\alpha, \beta, \gamma}$, K_{α} e K_{β} , respectivamente.

36

As grandezas radiométricas são usadas para descrever quantitativamente campos de radiação. Assinale a alternativa correta a respeito dessas grandezas:

- (A) A fluência expressa o número dN de partículas que incidem em uma esfera com área transversal da .
- (B) O kerma descreve a energia transferida dE do feixe de radiação para as partículas carregadas do meio em um volume V de massa dm .
- (C) A exposição é definida como o valor absoluto da carga (dQ) de íons de mesmo sinal, produzidos em um dado volume de ar de massa dm , quando todos os elétrons liberados por fótons são completamente freados.
- (D) A dose absorvida descreve a energia cedida à matéria por todos os tipos de radiação.
- (E) A taxa de fluência é o quociente do número dN de partículas por intervalo de tempo dt .

37

Quando um fóton ou partícula carregada ejeta um elétron de uma camada atômica interna, uma vacância é produzida. Em seguida, em um processo de desexcitação atômica, um elétron de uma camada mais externa preenche essa vacância, resultando na emissão:

- (A) Isotrópica de raios X de freamento, com maior rendimento de emissão para átomos de alto número atômico.
- (B) Anisotrópica de raios X característico, com máximo rendimento de emissão para átomos de baixo número atômico ($Z < 10$).
- (C) Isotrópica de fluorescência de raios X, com maior probabilidade de ocorrência em átomos de alto número atômico ($Z > 30$).
- (D) Anisotrópica de elétrons Compton de baixa energia, emitido preferencialmente na direção da partícula incidente.
- (E) Isotrópica de elétrons Auger, cujo rendimento de emissão cresce com o número atômico.

38

Em radioterapia, um campo de radiação irregular pode ser aproximado por um campo quadrado-equivalente. A tabela mostra exemplos das áreas dos campos quadrados-equivalentes em função dos comprimentos dos lados de campos retangulares, que nesse caso apresentam a mesma razão área/perímetro.

Lados do campo (cm)	2	4	6	8	10	12
2	2,0					
4	2,7	4,0				
6	3,1	4,8	6,0			
8	3,4	5,4	6,9	8,0		
10	3,6	5,8	7,5	8,9	10,0	
12	3,7	6,1	8,0	9,6	10,9	12,0

Assim, por exemplo, um campo de lados 6 cm e 4 cm (campo 6 x 4 cm²) será equivalente ao campo quadrado 4,8 x 4,8 cm². O campo quadrado-equivalente a um campo 6,2 x 8,3 cm² é:

- (A) 6,5 x 6,5 cm²
- (B) 7,1 x 7,1 cm²
- (C) 7,5 x 7,5 cm²
- (D) 7,8 x 7,8 cm²
- (E) 8 x 8 cm²

39

Além do vazamento de radiações ionizantes oriundas de fontes radioativas, uma explosão nuclear resulta também na emissão de radiação térmica. Durante uma explosão termonuclear, detectou-se a presença de fótons com energia de 10 keV, correspondentes à radiação com máxima radiância no momento da explosão. Qual foi a temperatura atingida durante essa explosão? Considere a velocidade da luz $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, a constante de Planck $h \cong 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ e a constante de Wien $w \cong 2,9 \times 10^{-3} \text{ m.}^\circ\text{K}$.

- (A) $3,0 \times 10^{10} \text{ }^\circ\text{K}$
- (B) $2,3 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{K}$
- (C) $9,1 \times 10^9 \text{ }^\circ\text{K}$
- (D) $2,9 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}$
- (E) $1,0 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}$

40

A lei de atenuação exponencial permite quantificar a transmissão de fótons por uma barreira, sendo dada por $I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$, onde I é a intensidade transmitida, I_0 é a intensidade incidente, μ é o coeficiente de atenuação linear e x é a espessura da barreira. Na lei de atenuação exponencial,

- (A) $e^{-\mu x}$ representa a probabilidade dos fótons serem transmitidos sem interagir.
- (B) μ expressa a quantidade de energia absorvida pela barreira por unidade de espessura da mesma.
- (C) μ independe da densidade do material da barreira.
- (D) o produto $\mu \cdot x$ representa a probabilidade de interação dos fótons na barreira por unidade de massa da mesma.
- (E) μ é a fração dos fótons que interagem na barreira.

ESTUDO DE CASO

ANALISE O CASO DESCRITO PARA RESPONDER ÀS QUESTÕES DISSERTATIVAS DE 01 A 03.

Durante a reforma de um hospital, uma fonte de radiação desconhecida foi encontrada em um antigo depósito. O supervisor de radioproteção foi chamado para tomar as providências necessárias para garantir a segurança física da fonte e para limitar a exposição dos indivíduos enquanto a fonte não era identificada e recolhida para um depósito de rejeitos radioativos. Para esses procedimentos tinha à sua disposição os seguintes detectores de radiação e respectivas eletrônicas associadas: câmara de ionização de placas paralelas, câmara de ionização cilíndrica, detector Geiger-Müller, cristal cintilador, dosímetros termoluminescentes e filmes radiocrômicos.

Como a fonte era desconhecida, o supervisor de radioproteção realizou os procedimentos, descritos nas seguintes etapas:

- (i) Investigou se as paredes e a porta da sala eram suficientemente espessas para proporcionar segurança aos indivíduos do público nas áreas adjacentes. Nessa etapa, o supervisor determinou que as máximas taxas de dose atrás das paredes (no lado de fora da sala) e atrás da porta eram de $0,3 \mu\text{Sv/h}$ e $0,6 \mu\text{Sv/h}$, respectivamente.
- (ii) Determinou a taxa de dose a 1 m da fonte (dentro da sala), obtendo $6,4 \mu\text{Sv/h}$.
- (iii) Investigou o elemento radioativo da fonte. Durante esse processo, usou uma fonte de ^{60}Co de referência para calibração. A figura 1 mostra os dados obtidos para as duas fontes durante essa etapa.
- (iv) Após identificar o material da fonte, o supervisor visou construir um invólucro adequado para a mesma, de modo que a blindagem garantisse que o nível de dose dentro da sala ficasse abaixo do nível de referência da instituição para uma área controlada, de 20 mSv/ano . Construiu um invólucro de chumbo com $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ em que a fonte ficasse posicionada exatamente no centro.

Para todas as estimativas considerou-se uma carga de trabalho de 2000 h/ano.

Tendo garantido a segurança física da fonte e limitado as doses coletiva e ambiental, o supervisor procedeu para o registro da ocorrência e demais trâmites para regularização da fonte.

Figura 1 - Dados obtidos para identificação da fonte desconhecida

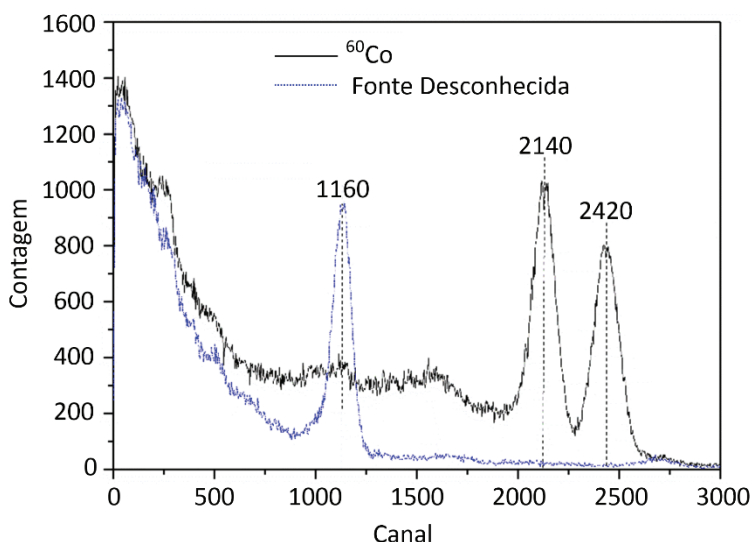


Tabela 1 – Energias de emissão de diversas fontes radioativas.

Radioisótopo	Energia (keV)
¹⁵³ Gd	98
⁹⁹ Tc	140
²²⁶ Ra	186
¹³³ Ba	356
¹⁹⁸ Au	412
¹³⁷ Cs	662
²¹⁰ Po	803
⁶⁰ Co	1170
	1330

Tabela 2 – Coeficientes mássicos de atenuação em função da energia para o chumbo ($\mu = 11,35 \text{ g/cm}^3$).

Energia (MeV)	$\mu/\rho \text{ (cm}^2/\text{g)}$	Energia (MeV)	$\mu/\rho \text{ (cm}^2/\text{g)}$
8.00000E-03	2.287E+02	1.00000E-01	5.549E+00
1.00000E-02	1.306E+02	1.50000E-01	2.014E+00
1.30352E-02	6.701E+01	2.00000E-01	9.985E-01
1.30352E-02	1.621E+02	3.00000E-01	4.031E-01
1.50000E-02	1.116E+02	4.00000E-01	2.323E-01
1.52000E-02	1.078E+02	5.00000E-01	1.614E-01
1.52000E-02	1.485E+02	6.00000E-01	1.248E-01
1.55269E-02	1.416E+02	8.00000E-01	8.870E-02
1.58608E-02	1.344E+02	1.00000E+00	7.102E-02
1.58608E-02	1.548E+02	1.25000E+00	5.876E-02
2.00000E-02	8.636E+01	1.50000E+00	5.222E-02
3.00000E-02	3.032E+01	2.00000E+00	4.606E-02
4.00000E-02	1.436E+01	3.00000E+00	4.234E-02
5.00000E-02	8.041E+00	4.00000E+00	4.197E-02
6.00000E-02	5.021E+00	5.00000E+00	4.272E-02
8.00000E-02	2.419E+00	6.00000E+00	4.391E-02
8.80045E-02	1.910E+00	8.00000E+00	4.675E-02
8.80045E-02	7.683E+00	1.00000E+01	4.972E-02
		1.50000E+01	5.658E-02
		2.00000E+01	6.206E-02

01

Avalie e justifique se as paredes e a porta eram suficientes para a proteção de um trabalhador que não é indivíduo ocupacionalmente exposto, mas que permaneceu nas adjacências da sala durante todo o tempo de funcionamento da instalação. Descreva a metodologia, os procedimentos e instrumentos necessários para essa avaliação.

02

Explique os métodos, procedimentos e instrumentos que podem ser utilizados para identificar uma fonte de radiação ionizante desconhecida. Detalhe os princípios físicos de funcionamento do sistema de detecção. Determine o material radioativo da fonte desconhecida.

RASCUNO

03

Determine a espessura do invólucro da fonte necessária para atender ao nível de restrição da sala na posição da superfície externa do invólucro.

