



Processo Seletivo dos Programas de
Residência em Área Profissional da
Saúde - USP 2027

Instruções

1. **Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.**
2. Verifique se o seu nome está correto na capa deste caderno e se a folha de respostas pertence ao **grupo E**. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
3. Durante a prova, são **vedadas** a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta e de aparelhos de telecomunicação.
4. Duração da prova: 4 horas. Cabe ao candidato controlar o tempo com base nas informações fornecidas pelo fiscal. O(A) candidato(a) poderá retirar-se da sala definitivamente apenas a partir das 15 h. Não haverá tempo adicional para preenchimento da folha de respostas.
5. O(A) candidato(a) deverá seguir as orientações estabelecidas pela FUVest a respeito dos procedimentos adotados para a aplicação deste concurso.
6. Lembre-se de que a FUVest se reserva ao direito de efetuar procedimentos adicionais de identificação e controle do processo, visando a garantir a plena integridade do exame. Assim, durante a realização da prova, será coletada por um fiscal uma **foto** do(a) candidato(a) para fins de reconhecimento facial, para uso exclusivo da USP e da FUVest. A imagem não será divulgada nem utilizada para quaisquer outras finalidades, nos termos da lei.
7. Após a autorização do fiscal da sala, 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 5 alternativas cada uma, e **1** estudo de caso, com questões dissertativas. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
8. Preencha a folha de respostas com cuidado, utilizando caneta esferográfica de **tinta azul ou preta**. Essa folha **não será substituída** em caso de rasura.
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

01

Bicudinho



Caco Galhardo. Folha de S. Paulo. 27/04/2026.

A construção do humor na tirinha decorre principalmente de

- (A) repetição de comportamentos semelhantes ao longo da narrativa.
- (B) contraste entre a expectativa criada e o desfecho da narrativa.
- (C) utilização de termos estrangeiros associados às redes sociais.
- (D) descrição objetiva da rotina de pessoas em fase de aposentadoria.
- (E) contraposição entre personagens de diferentes gerações.

Texto para as questões 02 e 03

Aprimoradas por 230 anos, as vacinas são hoje um pilar da saúde global, e, sem elas, poderíamos estar em caos. É o que os epidemiologistas Mathew Kiang e Nathan Lo, da Universidade Stanford, nos Estados Unidos, alertam. Preocupados com as ações antivacinas promovidas por Robert F. Kennedy Jr., secretário de Saúde americano, os pesquisadores decidiram calcular os prejuízos de longa data da falta de políticas de imunização em seu país. Em 25 anos, a dupla estima que, se ninguém fosse vacinado contra a poliomielite, doença viral que ataca o sistema nervoso de forma irreversível, 23 mil crianças teriam paralisia. Além disso, 41 mil bebês desenvolveriam uma síndrome com problemas auditivos, cardíacos e cerebrais caso as gestantes não estivessem protegidas contra a rubéola. Outro desastre seria a ausência da vacina contra a difteria. Sem as picadas, a doença faria de 130 mil a 1 milhão de vítimas. Já a falta de vacina contra o sarampo levaria à morte de 290 mil indivíduos no mesmo período. Por lá, essa vacina ainda é recomendada, mas enfrenta resistência na adesão. Em 2025, houve três óbitos e 2,2 mil casos. E o patógeno segue à solta, um cenário preocupante, pois os EUA serão um dos países sede da Copa do Mundo de futebol.

Larissa Beani. *Como seria um mundo sem vacinas?*. Revista Veja Saúde. 14/05/2025. Adaptado.

02

A argumentação do texto é construída, principalmente, por meio de

- (A) apresentação de dados para demonstrar os impactos da ausência de vacinação.
- (B) comparação entre os sistemas de saúde de diferentes países ao longo do tempo.
- (C) descrição detalhada do funcionamento biológico das vacinas.
- (D) defesa de medidas sanitárias voltadas exclusivamente ao combate do sarampo.

- (E) exposição de experiências pessoais de pacientes afetados por doenças infecciosas.

03

No trecho *Já a falta de vacina contra o sarampo levaria à morte de 290 mil indivíduos no mesmo período*, o emprego da forma verbal “levaria” indica que o dado apresentado corresponde a uma

- (A) confirmação estatística de mortes registradas no período analisado.
- (B) projeção de consequência em uma situação simulada pelos pesquisadores.
- (C) hipótese sem relação com os cálculos científicos mencionados.
- (D) possibilidade descartada após novas políticas de vacinação.
- (E) comparação entre doenças com diferentes taxas de mortalidade.

Texto para as questões 04 e 05

A promessa de autonomia lançada pelo Esclarecimento – de que a humanidade poderia libertar-se das amarras do mito e da tradição pelo uso ousado da razão – sempre carregou consigo uma sombra. Por um lado, o projeto iluminista aspirava a um mundo mais justo e livre; por outro, a razão que deveria emancipar mostrou sua face instrumental, convertendo-se em ferramenta de cálculo e dominação. É nessa encruzilhada, entre promessa e catástrofe, que a inteligência artificial emerge como herdeira e ápice desse processo, levando ao limite a lógica da quantificação e da eficiência. Ao adentrar o território da psicoterapia, a IA não apenas testa os limites de sua aplicabilidade, como também levanta uma questão: é possível traduzir o sofrimento humano em dados e protocolos?

Cristian Arão e Nanci Nakamura. *O que não se programa: IA, psicanálise e os limites do método científico*. Revista Cult. 04/05/2026. Adaptado.

04

A oposição central desenvolvida no texto estabelece uma tensão entre

- (A) mito e religião.
- (B) ciência e tecnologia.
- (C) subjetividade e progresso.
- (D) autonomia e controle.
- (E) tradição e inovação digital.

05

No texto, a inteligência artificial é caracterizada como

- (A) resultado inesperado do avanço tecnológico.
- (B) ruptura com os princípios da modernidade.
- (C) culminação de uma lógica orientada pela eficiência.
- (D) solução para os limites da razão humana.
- (E) retorno contemporâneo ao pensamento mítico.

Texto para as questões 06 e 07

As coisas acontecem quando querem
E quando crescem todo mundo vê
Não o caminho traçado à navalha
Mas o tamanho do bicho que é
Eu quero ser o que rolar pra mim
Quero, de querer, de estar a fim
Fazendo o certo independentemente
Indefinidamente
Viver bem
Comer bem
Dormir bem
Falar legal
Big bang, big bang, big bang
Tudo bem, tudo bem, 'tá legal, 'tá legal, 'tá

Jadsa. *Big bang* (2025).

06

A repetição do verbo “querer” em *Quero, de querer, de estar a fim* contribui para enfatizar a

- (A) oposição entre desejo e obrigação.
- (B) intensidade da vontade expressa pelo eu lírico.
- (C) incerteza diante das escolhas da vida.
- (D) dependência de decisões alheias.
- (E) recusa em assumir responsabilidades.

07

O verso *Eu quero ser o que rolar pra mim*, no contexto da canção, sugere uma postura de

- (A) dependência de orientação externa.
- (B) rejeição das mudanças pessoais.
- (C) obediência a normas rígidas.
- (D) preocupação com reconhecimento social.
- (E) abertura às possibilidades da vida.

Conhecimentos gerais

08

A Lei Federal nº 8080, editada em 1990, define a saúde do trabalhador como “um conjunto de atividades que se destina, através das ações de vigilância epidemiológica e vigilância sanitária, à promoção e proteção da saúde dos trabalhadores, assim como visa à recuperação e reabilitação da saúde dos trabalhadores submetidos aos riscos e agravos advindos das condições de trabalho” (art. 6º, inciso XXII, parágrafo 3). No âmbito da saúde do trabalhador, essa Lei

- (A) garante ao sindicato dos trabalhadores o direito de requerer ao órgão competente a interdição da máquina, de setor de serviço e de todo ambiente de trabalho quando houver risco iminente de vida ou saúde dos trabalhadores.
- (B) dispõe que a informação ao trabalhador e à sua respectiva entidade sindical e às empresas sobre os riscos de acidente de trabalho, doença profissional e do trabalho deve ser prestada pelo Ministério do Trabalho e Emprego.
- (C) prevê a assistência ao trabalhador vítima de acidente do trabalho e designa a Secretaria Nacional de Assistência Social para assistência aos portadores de doença profissional e do trabalho.

- (D) estabelece que a participação na normatização, fiscalização e controle dos serviços de saúde do trabalhador está restrita às instituições e empresas públicas.
- (E) determina que a informação sobre os resultados de fiscalizações, avaliações ambientais e exames de saúde, de admissão, periódicos e de demissão estão no âmbito do Ministério Público do Trabalho.

09

A proposta da Clínica Ampliada é ser um instrumento para que os trabalhadores e gestores de saúde possam superar a fragmentação dos conhecimentos e da prática ao se relacionar com os usuários enquanto sujeitos, buscando sua participação e autonomia. De acordo com o documento “Clínica Ampliada, equipe de referência e projeto terapêutico singular” (2007), é correto afirmar:

- (A) O diagnóstico pressupõe certa regularidade e, portanto, é condição suficiente para definir todo o tratamento para uma pessoa.
- (B) Doenças complexas requerem que a equipe de saúde possa afirmar, para segurança dos usuários, que o conhecimento que detém é ilimitado.
- (C) A excessiva ênfase no incentivo a mudanças saudáveis nos hábitos faz com que usuários se comportem como políquelosos.
- (D) Danos de tratamentos e exames sem critério podem relacionar-se à noção de saúde como bem de consumo.
- (E) A transferência do ônus de um possível fracasso para o usuário é uma forma de produzir co-responsabilidade.

10

A portaria nº 4279 (Brasil, 2010) trata das diretrizes para a estruturação da Rede de Atenção à Saúde (RAS) como estratégia para superar a fragmentação da atenção e da gestão nas Regiões de Saúde e aperfeiçoar o funcionamento político-institucional do Sistema Único de Saúde. Nesse contexto, tal portaria

- (A) caracteriza a RAS pela formação de relações horizontais entre os pontos de atenção com o centro de comunicação na Atenção Hospitalar.
- (B) considera que é possível prescrever um modelo organizacional único para as RAS, tendo em vista o conjunto de atributos apresentados.
- (C) entende por gestão da condição da saúde nas RAS a adoção de um modelo de atenção à saúde focado no indivíduo.
- (D) associa a longitudinalidade a diversos benefícios dentre os quais a possibilidade de utilização dos serviços com maior frequência.
- (E) diferencia a RAS baseada na Atenção Primária à Saúde (APS) e rede de urgência e emergência pelo papel desempenhado pela APS.

11

No documento "SUS de A a Z" (Brasil, 2009), afirma-se que "a função de gerir a Saúde, em qualquer esfera institucional, coloca vários desafios que precisam ser enfrentados. E o primeiro deles é, justamente, conseguir dominar toda a complexidade de conceitos, nomenclaturas, ações e serviços abrangidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS)" (p.7). Conforme esse documento, é correto afirmar:

- (A) As estratégias para a melhor condução dos sistemas de Saúde terão que se adequar a um padrão único de gestão.
- (B) A condução da equipe de Saúde, que assume junto com o secretário as funções cotidianas de gestão, deve privilegiar as capacidades técnicas.
- (C) A elaboração de projetos terapêuticos individuais e coletivos com equipes de referência pressupõe a horizontalização por linhas de cuidado.
- (D) As análises de situação de Saúde, que contribuem para a tomada de decisão, são processos pontuais, oportunos e sintéticos.
- (E) O acolhimento pressupõe hora ou profissional específicos para fazê-lo em um espaço ou local determinado.

12

Considerando as reflexões apresentadas por Peduzzi *et al.* (2020) sobre o conceito de trabalho em equipe no contexto da saúde, é correto afirmar:

- (A) O trabalho em equipe interprofissional baseia-se na hierarquização entre as diferentes profissões tendo em vista as salvaguardas das especificidades.
- (B) A atuação isolada de cada profissional, com foco na especialidade, potencializa os resultados das ações empreendidas.
- (C) Espaços coletivos de discussão podem dar lugar com sucesso à padronização de condutas profissionais baseadas em protocolos.
- (D) O trabalho em equipe requer que cada profissional abra mão da expectativa de plena autonomia pautada no saber técnico científico de sua área de atuação.
- (E) A "colaboração" é caracterizada como forma menos flexível de trabalho interprofissional, com níveis maiores de compartilhamento e interdependência de ações.

13

Por humanização, entende-se a valorização dos diferentes sujeitos implicados no processo de produção de saúde: usuários, trabalhadores e gestores. A Política Nacional de Humanização - HumanizaSUS (2004) postula o seguinte:

- (A) A humanização é marcada pela inseparabilidade entre clínica e política, entre produção de saúde e produção de sujeitos.
- (B) Na avaliação dos serviços tem sido evidente o preparo dos profissionais da equipe de saúde para lidar com a dimensão subjetiva dos usuários.
- (C) Os modos de cuidar e as demais ações do SUS são instâncias separadas das modalidades de gestão dos serviços.
- (D) A deficiência educacional da população requer que os usuários sejam os sujeitos da educação permanente em saúde.
- (E) O SUS foi uma reforma completa na saúde, e o estágio de organização do sistema já foi superado.

14

Segundo Vidal *et al.* (2014) "A bioética alude aos problemas morais que emergem da intervenção humana em diferentes campos, com destaque para aqueles inerentes às relações estabelecidas em todos os níveis da atenção à saúde"(p.348). Na revisão de literatura empreendida pelos autores sobre os principais problemas éticos no âmbito da Estratégia Saúde da Família (ESF), os resultados obtidos apontam que

- (A) a precariedade do trabalho, sob a perspectiva da bioética, pode ser enfrentada mediante a rotatividade dos trabalhadores das equipes de ESF em busca de melhores salários.
- (B) a interdependência entre saúde e determinantes ambientais, na sua interface com a bioética contemporânea, pode impulsionar as ações de promoção da saúde.
- (C) a relação dialógica, como centro do vínculo na ESF, se fundamenta na comunicação efetiva que prescinde da escuta ativa e da consideração das crenças dos usuários.
- (D) o direito do usuário ao sigilo, à confidencialidade e à privacidade tem papel secundário na formação do vínculo com a equipe de saúde da família.
- (E) modalidades de gestão da ESF, tais como a terceirização por organizações sociais, contribuem para a formação de vínculos e a longitudinalidade do cuidado.

15

De acordo com a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) (Portaria nº 2436/2017), a Atenção Básica (AB) deve ser a principal porta de entrada e centro comunitário da Rede de Atenção à saúde (RAS), coordenadora do cuidado e ordenadora das ações e serviços disponibilizados na rede. Conforme o texto dessa portaria, é correto afirmar:

- (A) A responsabilidade do financiamento para fortalecimento da AB é bipartite, cabendo precipuamente ao gestor estadual.
- (B) A divulgação periódica dos relatórios de indicadores da AB, que assegura o direito à informação, é de competência do gestor federal.
- (C) A dicotomia e a oposição entre a assistência e a promoção da saúde são desafios que excedem as atribuições da AB.
- (D) Gerentes de Unidades Básicas de Saúde podem acumular suas atribuições com as funções de um profissional integrante da equipe da AB.
- (E) Um ambiente adequado em uma Unidade Básica de Saúde tem como componentes a recepção sem grades e a identificação dos serviços, entre outros.

Física / Física Médica

16

A ação da radiação ionizante no tecido, ao interagir com átomos e células, pode ocorrer de forma direta ou indireta. Na ação indireta, a radiação produz radicais livres capazes de se difundir, alcançar e danificar os alvos críticos. O que são os radicais livres?

- (A) Átomos ou moléculas com um elétron desemparelhado em seu orbital na camada externa.
- (B) Átomos ou moléculas com todos os elétrons emparelhados, resultando no aumento de sua instabilidade química.
- (C) Átomos ou moléculas estáveis de alta penetração.
- (D) Moléculas que possuem excesso de prótons no núcleo, tornando-se altamente radioativas.
- (E) Partículas atômicas que, após interagirem com o tecido, podem regenerar suas células.

17

Sabendo que o coeficiente de atenuação mássico para a energia do ^{60}Co é de $1,13 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$ para o hidrogênio e $5,70 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$ para o oxigênio, qual o valor do coeficiente de atenuação mássico da água?

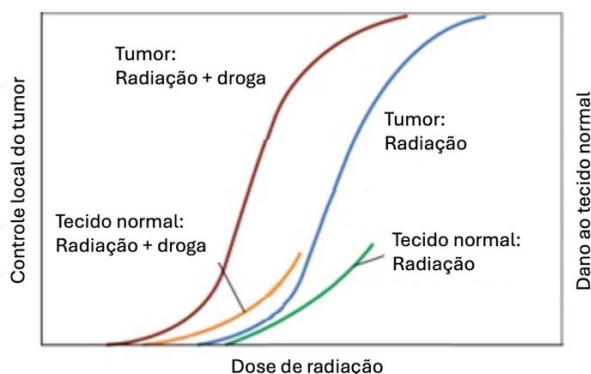
- (A) $1,1 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$
- (B) $5,7 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$
- (C) $6,9 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$
- (D) $8,5 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$
- (E) $6,3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$

Note e adote:

Massas molares (g/mol): Hidrogênio = 1; Oxigênio = 16.

18

A razão terapêutica dos tratamentos de radioterapia é frequentemente modificada na prática clínica devido a mudanças no fator tempo e no esquema de fracionamento, com o intuito de alterar a resposta tumoral e a do tecido saudável. Outra forma de modificar essa razão é por meio do uso de drogas, como as radiosensibilizadoras tumorais. A figura a seguir ilustra uma situação hipotética que compara a resposta ao tratamento com radiação do tecido saudável e do tumor, com e sem o uso das drogas radiosensibilizadoras.



Considerando o mecanismo de ação dos radiosensibilizadores tumorais e os dados da figura, é correto afirmar:

- (A) Há uma razão terapêutica favorável no uso da radioterapia isoladamente em relação ao tratamento combinado (radiação + droga).
- (B) O uso da droga radiosensibilizadora aumenta a sensibilidade do tecido normal à radiação e isso reduz a razão terapêutica do tratamento combinado (radiação + droga).
- (C) O uso da droga aumentou a razão terapêutica do tratamento combinado (radiação + droga) em relação ao tratamento apenas com radioterapia.
- (D) O uso da droga radiosensibilizadora não foi positivo para o tratamento do tumor pois aumentou a sensibilidade do tecido normal.
- (E) Drogas radiosensibilizadoras são frequentemente empregadas em tratamentos radioterápicos por reduzirem a razão terapêutica.

19

Na análise estatística de dados obtidos em experimentos de detecção de radiação, diferentes modelos probabilísticos podem ser empregados dependendo do número de eventos observados e das condições experimentais. Um desses modelos descreve um número finito de tentativas independentes com duas possibilidades de resultado. Outro surge como uma aproximação adequada para eventos raros e independentes. O terceiro é frequentemente utilizado quando o número médio de eventos registrados é suficientemente elevado, permitindo uma simplificação matemática adicional. Essas três distribuições estatísticas são, respectivamente:

- (A) Poisson, Binomial e Normal.
- (B) Binomial, Normal e Poisson.
- (C) Exponencial, Poisson e Normal.
- (D) Binomial, Poisson e Normal.
- (E) Poisson, Normal e Binomial.

20

Um calorímetro constituído por água é utilizado como dosímetro absoluto pois a dose absorvida pode ser medida diretamente a partir do aumento da temperatura da água. Durante uma irradiação, observou-se um aumento de temperatura de $1,0^\circ\text{C}$. Considerando o calor específico da água igual a $4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, qual foi a dose absorvida na água?

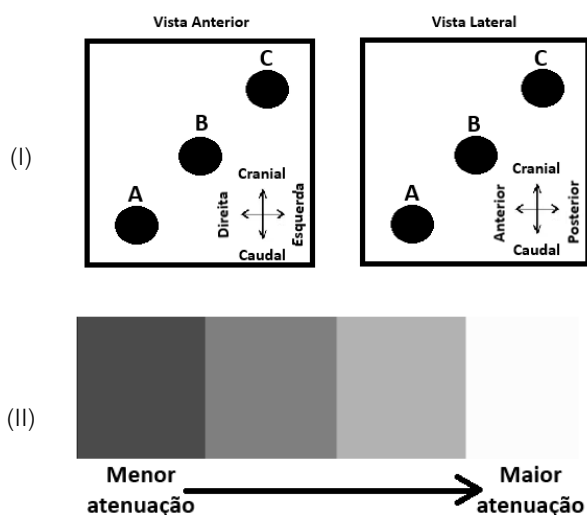
- (A) 4,18 Gy
- (B) 41,8 Gy
- (C) 4180 Gy
- (D) 41800 Gy
- (E) 0,418 Gy

21

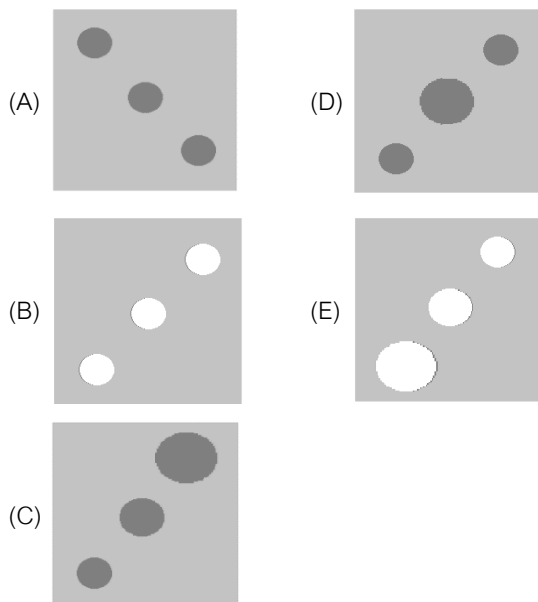
Considere uma imagem de radiografia adquirida com um objeto simulador, conforme descrito a seguir.

O simulador é uma caixa acrílica preenchida com água com dimensões de $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ (simulador de tecido mole), com três inserções esféricas de mesmo diâmetro e de material com mais alta atenuação (simulador de tecido ósseo).

Esse simulador foi posicionado sobre a mesa de aquisição de imagens e suas vistas anterior e lateral são apresentadas na figura abaixo (Figura I). O detector de imagem foi posicionado abaixo da mesa radiográfica e do objeto simulador.



Assinale a alternativa que apresenta a imagem radiográfica obtida na escala de cores indicada (Figura II).



22

O fracionamento da dose é a prática padrão na radioterapia convencional. Qual é a grande vantagem dessa prática para os tecidos saudáveis?

- (A) Permite o reparo do dano subletal no tecido saudável, principalmente nos de resposta rápida, reduzindo a toxicidade do tratamento.
- (B) Reduz significativamente os efeitos colaterais tardios pelo reparo do dano subletal em células de resposta lenta.
- (C) Permite a repopulação acelerada do tecido saudável enquanto mantém a repopulação do tecido tumoral em níveis normais.
- (D) Reduz a toxicidade do tratamento pela reoxigenação do tecido normal.
- (E) Aumenta a toxicidade do tratamento devido ao efeito combinado dos 4 Rs da radiobiologia.

23

Um tubo de raios X operando com uma tensão de 100 kV produz uma taxa de kerma no ar de 0,8 Gy/min medida a uma distância de 1,0 m do foco. Qual é a taxa de kerma no ar quando a tensão é reduzida para 50 kV e a medição é realizada a 0,5 m do foco?

- (A) 0,8 Gy/min
- (B) 0,4 Gy/min
- (C) 1,6 Gy/min
- (D) 0,2 Gy/min
- (E) 3,2 Gy/min

24

As imagens de ressonância magnética são amplamente utilizadas na medicina. Uma grande vantagem desta técnica é que ela não envolve o uso de radiação ionizante. Dentre as alternativas a seguir, assinale a que indica o parâmetro que gera o contraste nessa modalidade de imagem.

- (A) Densidade eletrônica.
- (B) Núcleo de hidrogênio.
- (C) Número atômico.
- (D) Impedância acústica.
- (E) Spin eletrônico.

25

Um espectrômetro gama, baseado em um cristal cintilador acoplado a uma fotomultiplicadora, converte a energia depositada pela radiação ionizante em pulsos elétricos. Após a interação de um fóton gama no cintilador, fótons de luz visível são produzidos e propagam-se em direção à fotomultiplicadora. O efeito fotoelétrico responsável pela liberação dos elétrons que iniciam a multiplicação eletrônica ocorre com maior probabilidade no

- (A) cristal cintilador.
- (B) primeiro dínodo.
- (C) último dínodo.
- (D) ânodo.
- (E) fotocátodo.

26

Quais dos seguintes fatores influenciam a qualidade do espectro de energia dos raios X produzido por um tubo de raios X?

- (A) Tensão e comprimento do tubo.
- (B) Ângulo do ânodo e filtração do feixe.
- (C) Ondulação (ripple) da tensão do tubo e diâmetro do tubo.
- (D) Tensão do tubo e temperatura e pressão do ar.
- (E) Tensão e corrente no tubo.

27

A produção de pares constitui um importante mecanismo de interação dos fótons de altas energias com a matéria. Nesse processo, um fóton incidente interage com o campo elétrico coulombiano de um núcleo atômico e sua energia é convertida em massa e energia cinética de um par elétron-pósitron. Sobre esse processo, é correto afirmar:

- (A) Tem maior probabilidade de ocorrência para a energia de 1,022 MeV.
- (B) Ocorre com maior probabilidade em materiais de baixo número atômico, como hidrogênio e carbono.
- (C) Toda a energia do fóton é convertida em energia cinética do pósitron.
- (D) Tem baixa probabilidade de ocorrer em água na energia de 1,022 MeV.
- (E) É o fenômeno físico no qual a tomografia por emissão de pósitron está baseada.

28

Segundo os requisitos básicos de radioproteção, o princípio da justificação permite a realização de atividades como:

- (A) Uso da radiação, ou de substâncias radioativas, em materiais de manufatura ou bens de consumo, incluindo brinquedos e objetos de joalheria ou adorno pessoal.
- (B) Uso de fontes associadas a instalações e atividades que produzam benefícios suficientes para compensar o possível dano correspondente.
- (C) Irradiação de pessoas para fins de demonstração ou treinamento.
- (D) Obtenção de imagens humanas por meio da exposição à radiação para detecção de roubos e furtos.
- (E) Uso da radiação com fins de expressão artística ou de publicidade.

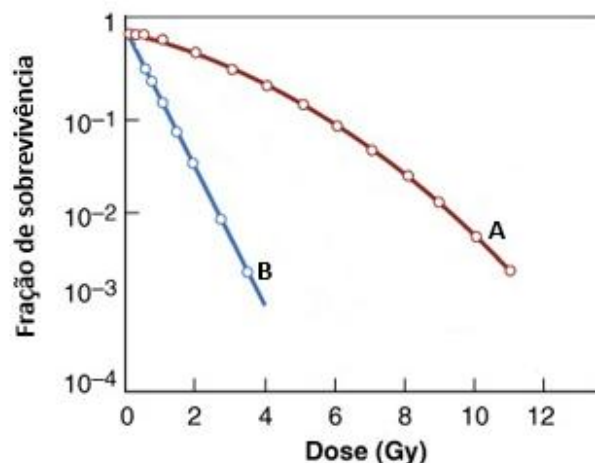
29

A termoluminescência (TL) é amplamente utilizada em dosimetria da radiação ionizante. Durante a aquisição de uma curva TL, a amostra é aquecida de forma controlada para promover a liberação de cargas previamente aprisionadas. Em temperaturas elevadas, pode surgir um sinal de fundo que interfere na análise dos picos termoluminescente. Sobre a origem desse sinal espúrio, é correto afirmar:

- (A) Decorre do aumento da eficiência da fotomultiplicadora.
- (B) É produzido por processos de cintilação na amostra.
- (C) Está associado à emissão de radiação de corpo negro.
- (D) Surge devido às armadilhas rasas.
- (E) Corresponde à emissão fosforescente.

30

A figura a seguir apresenta duas curvas de sobrevivência celular. A curva A apresenta um ombro inicial em baixas doses, seguido de uma queda linear em altas doses. A curva B não apresenta o ombro inicial.



A quais radiações as células foram expostas, respectivamente, nas curvas A e B?

- (A) A: Raios X; B: Partículas alfa.
- (B) A: Partículas alfa; B: Nêutrons.
- (C) A: Prótons; B: Elétrons.
- (D) A: Nêutrons; B: Raios X.
- (E) A: Elétrons; B: Raios X.

31

Na terapia de câncer com partículas carregadas pesadas, como a protonterapia e a terapia com íons de carbono, o conhecimento da interação dessas partículas com a matéria é essencial para o planejamento do tratamento. Ao atravessar um tecido biológico, partículas carregadas pesadas perdem energia até serem completamente absorvidas. Sobre esse processo de interação, é correto afirmar:

- (A) A principal forma de perda de energia ocorre pela emissão de radiação de freamento devido à grande massa da partícula.
- (B) A perda de energia por unidade de caminho é significativamente maior no trecho final da trajetória da partícula.
- (C) Partículas carregadas pesadas apresentam menor transferência linear de energia do que fótons de mesma energia.
- (D) O poder de freamento da partícula diminui continuamente à medida que a velocidade da partícula diminui.
- (E) O alcance de partículas carregadas pesadas é inversamente proporcional à sua energia cinética inicial.

32

A qualidade das imagens obtidas em exames de radiografia e tomografia computadorizada depende diretamente dos mecanismos de interação dos fótons de raios X com os tecidos biológicos. Diferentes fenômenos físicos contribuem para a atenuação da radiação e para o contraste da imagem radiográfica. Sobre os principais mecanismos de interação dos fótons com a matéria, é correto afirmar que:

- (A) O efeito fotoelétrico é o responsável pelo contraste radiográfico por ser mais provável na interação de fótons de baixa energia com materiais de maior número atômico.
- (B) O espalhamento Compton é o principal mecanismo responsável pelo contraste entre ossos e tecidos moles em radiografias.
- (C) No efeito fotoelétrico, parte da energia do fóton é espalhada em direções diferentes do fóton incidente, contribuindo para a formação de ruído na imagem.
- (D) O efeito Compton tem uma pequena contribuição na formação de imagens radiográficas pois tem baixa probabilidade de ocorrência em tecidos moles.
- (E) O espalhamento Compton melhora a qualidade da imagem por remover fótons de baixa energia do feixe incidente.



33

Suponha que um tomógrafo emitiu um feixe de raios X e o valor do coeficiente de atenuação linear obtido para um voxel do pulmão foi de $0,06 \text{ cm}^{-1}$. Considerando o coeficiente de atenuação da água de $0,2 \text{ cm}^{-1}$. Qual o valor da unidade Hounsfield desse voxel?

- (A) -700
- (B) 1000
- (C) 400
- (D) -1000
- (E) -100



34

O kerma é uma grandeza dosimétrica amplamente utilizada em Física Médica e Proteção Radiológica. Sobre o kerma, é correto afirmar:

- (A) Representa a energia absorvida por unidade de massa do meio irradiado.
- (B) Corresponde à energia transferida por partículas carregadas para elétrons por unidade de massa do meio.
- (C) É numericamente idêntico à dose absorvida, independentemente das condições de irradiação.
- (D) Sua unidade no Sistema Internacional é o coulomb por quilograma (C/kg).
- (E) A componente colisional predomina sobre a componente radiativa em feixes de raios X diagnóstico.

35

A Agência Internacional de Energia Nuclear recomenda o uso de protocolos de dosimetria em radioterapia baseados em instrumentos calibrados em dose absorvida na água. Assinale a alternativa que apresenta a vantagem do uso desse sistema.

- (A) Facilidade da calibração dos equipamentos em dose na água, especialmente para feixes de fótons de quilovoltagem e feixe de prótons.
- (B) Os protocolos recomendados apresentam amplo volume de dados tabulados que facilitam o uso da metodologia e minimizam as incertezas.
- (C) Utilizar câmaras de ionização de placas paralelas para dosimetria de fótons de alta energia para a redução de incertezas.
- (D) Apresenta incertezas reduzidas, padrões primários mais robustos e formalismo simples.
- (E) Metodologia facilitada pelo uso de fatores de correção para perturbação mais precisos e aumento no sinal medido em feixes de elétrons.



36

Em proteção radiológica, o conceito de risco associado à exposição à radiação refere-se

- (A) à certeza de que um indivíduo desenvolverá câncer após qualquer exposição à radiação.
- (B) à probabilidade de ocorrência de efeitos biológicos adversos e à gravidade desses efeitos decorrentes da exposição à radiação.
- (C) à magnitude da dose absorvida apenas, independentemente do tecido irradiado.
- (D) aos efeitos determinísticos exclusivamente, pois os efeitos estocásticos não apresentam risco.
- (E) ao número de exames radiológicos realizados por um indivíduo ao longo da vida.



37

A frequência da onda sonora utilizada na aquisição de imagens médicas é um parâmetro que pode ser selecionado conforme a região a ser imageada. Qual frequência deve ser empregada para a aquisição de imagens de ultrassom de alta resolução espacial de uma estrutura superficial?

- (A) Alta frequência (10 – 15 MHz).
- (B) Frequências intermediárias (5 – 10 MHz).
- (C) Frequências baixas (2 – 5 MHz).
- (D) Frequências muito baixas (menores que 2 MHz).
- (E) Qualquer frequência pode ser usada desde que se tenha uma alta intensidade.

38

O tecnécio-99m (^{99m}Tc) é um dos radionuclídeos mais utilizados em Medicina Nuclear. Um frasco contendo ^{99m}Tc apresenta atividade de 100 kBq às 20h. Sabendo que a meia-vida física desse radionuclídeo é de 6 horas, qual era a atividade do frasco às 8h do mesmo dia?

- (A) 200 kBq
- (B) 300 kBq
- (C) 400 kBq
- (D) 600 kBq
- (E) 800 kBq

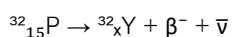
**39**

Durante o planejamento da blindagem de uma sala de radioterapia, o físico-médico precisa calcular a espessura da parede para garantir a segurança no ambiente externo. A parede interna é exposta a uma taxa de dose de 400 mGy/h, mas o limite máximo permitido do lado externo é de 25 mGy/h. Considerando que a camada semirredutora do material utilizado na blindagem é de 5 cm, qual deve ser a espessura total dessa parede para atingir o nível de segurança exigido?

- (A) 5 cm
- (B) 15 cm
- (C) 20 cm
- (D) 50 cm
- (E) 80 cm

**40**

O fósforo-32 (^{32}P) é um radionuclídeo emissor beta negativo (β^-) utilizado em aplicações médicas e biológicas. Considere o seguinte decaimento nuclear:



Qual é o número atômico (x) do núcleo filho Y produzido nesse decaimento?

- (A) 13
- (B) 14
- (C) 15
- (D) 16
- (E) 17

Estudo de caso

Analise o caso descrito para responder às questões dissertativas da prova.

Um laboratório de pesquisa em radiobiologia dispõe de uma fonte de raios X com energia efetiva de 100 keV. Para medidas dosimétricas destes feixes, estão disponíveis câmaras de ionização calibradas. O interesse atual do laboratório é avaliar a resposta à radiação de uma linhagem celular de câncer muito agressivo que se desenvolve de forma heterogênea, com um misto de regiões teciduais com células oxigenadas e hipóxicas.

As amostras são irradiadas no ar com um *setup* padrão de irradiação, onde as placas de cultura celular foram posicionadas a uma distância de 1 m da fonte. Esse *setup* foi estabelecido a partir da figura 1, que apresenta o alcance CSDA de elétrons no ar como função da energia inicial do feixe. Como parte da análise experimental, são necessárias estimativas da dose absorvida pelas células.

Considere que a energia necessária para produzir um par de íons no ar é $w/e = 34 \text{ J/C}$, que a densidade da água é de 1000 kg/m^3 e que a densidade do ar é de 1 kg/m^3 . Considere ainda que, para o feixe de raios X de 100 keV, temos aproximadamente: $\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{ar} = 2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$ e $\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{\text{água}} = 3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$.

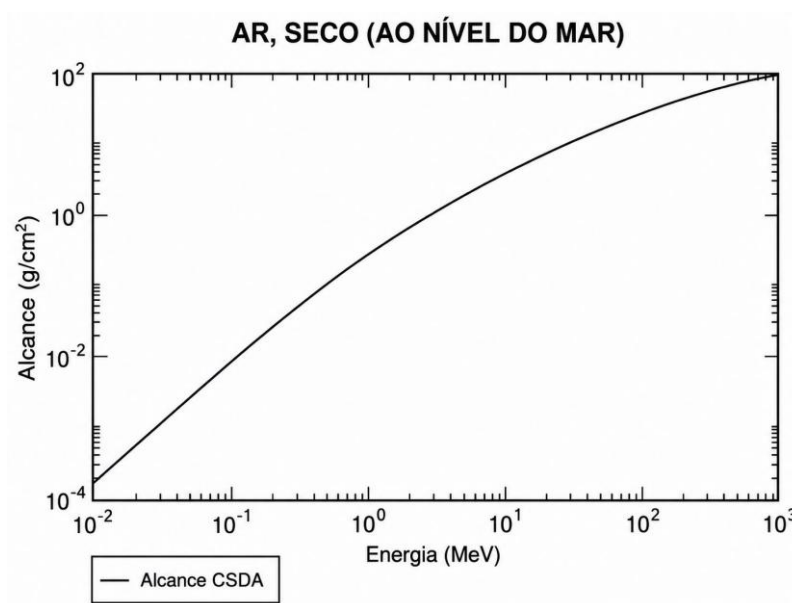


Figura 1. Alcance CSDA para elétrons de diferentes energias no ar.

A Figura 2 mostra a curva de sobrevivência das amostras celulares com características oxigenadas e hipóxicas obtidas para o feixe de raios X no *setup* padrão.

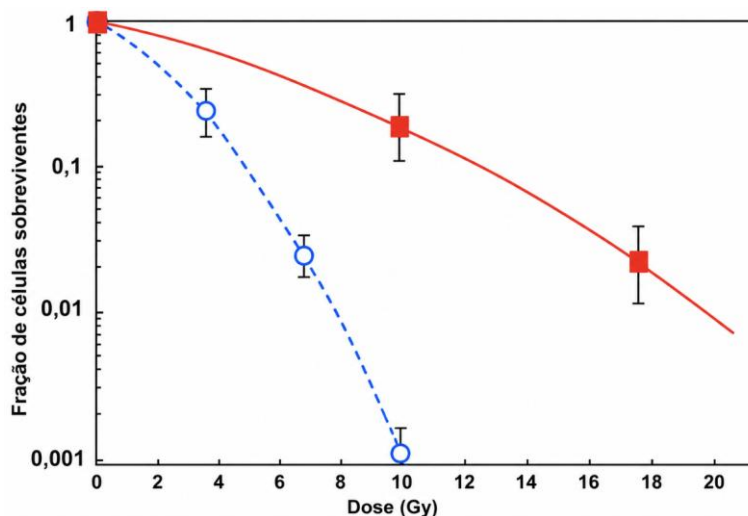


Figura 2. Curvas de sobrevivência para cultura celular para células oxigenadas (círculos abertos) e hipóxicas (retângulos fechados)

Questão 01 (4,0 pontos)

Uma placa de cultura celular foi irradiada com o setup padrão para fonte de raios X. A exposição medida no ponto de irradiação foi de 0,1 C/kg. Considerando que as condições de equilíbrio de partícula carregada foram satisfeitas, calcule a dose absorvida nas células.

Questão 02 (3,0 pontos)

Justifique por que as condições de equilíbrio de partículas carregadas foram atendidas nas irradiações realizadas nas condições padrão para o feixe de raios X.

Questão 03 (3,0 pontos)

Com base na figura 2, calcule o aumento de radiosensibilidade entre as curvas para células oxigenadas em relação às hipóxicas. Discuta o mecanismo radiobiológico responsável por esse comportamento.

Instruções:

- As respostas deverão ser redigidas de acordo com a norma padrão da língua portuguesa.
- Escreva com letra legível e não ultrapasse o espaço de linhas disponíveis da folha de respostas.
- Receberão nota zero textos que desrespeitarem os direitos humanos e textos que permitirem, por qualquer modo, a identificação do(a) candidato(a).

RASCUNHO

NÃO SERÁ
CONSIDERADO
NA CORREÇÃO

RASCUNHO

NÃO SERÁ
CONSIDERADO
NA CORREÇÃO

Processo Seletivo dos Programas de Residência em Área Profissional de Saúde – USP 2027

27/09/2026

FÍSICA / FÍSICA MÉDICA

Prova E	
01	B
02	A
03	B
04	D
05	C
06	B
07	E
08	A
09	D
10	E
11	C
12	D
13	A
14	B
15	E
16	A
17	E
18	C
19	D
20	C
21	E
22	A
23	A
24	B
25	E
26	B
27	D
28	B
29	C
30	A
31	B
32	A
33	A
34	E
35	D
36	B
37	A
38	C
39	C
40	D

PROVA DISSERTATIVA

RESPOSTAS ESPERADAS

Questão 01 (4,0 pontos)

Pode-se estimar o kerma no ar multiplicando a exposição (X) pela energia média necessária para produzir um par de íons (W/e):

$$K_{\text{ar}} = X \cdot (W/e)$$

Sob condições de equilíbrio de partículas carregadas (CPE), o kerma no ar é igual a dose absorvida no ar. Portanto:

$$D_{\text{ar}} = X \cdot (W/e)$$

Substituindo os valores:

$$D_{\text{ar}} = 0,1 \text{ C/kg} \cdot 34 \text{ J/C}$$

$$D_{\text{ar}} = 3,4 \text{ J/kg}$$

$$D_{\text{ar}} = 3,4 \text{ Gy}$$

Para calcular a dose absorvida nas células (D_{cel}) que é tecido equivalente (representado pelas propriedades da água), aplicamos a relação baseada na razão dos coeficientes de atenuação de energia em massa entre o meio e o ar:

$$D_{\text{cel}} = D_{\text{ar}} \cdot [(\mu_{\text{abs}}/\rho)_{\text{água}} / (\mu_{\text{abs}}/\rho)_{\text{ar}}]$$

Substituindo os coeficientes dados no enunciado:

$$D_{\text{cel}} = 3,4 \cdot [(3 \times 10^{-2}) / (2 \times 10^{-2})]$$

Como os fatores de potência (10^{-2}) se cancelam mutuamente no numerador e no denominador, a equação simplifica para:

$$D_{\text{med}} = 3,4 \cdot (3 / 2)$$

$$D_{\text{med}} = 3,4 \cdot 1,5$$

$$D_{\text{med}} = 5,1 \text{ Gy}$$

A dose absorvida nas células é de 5,1 Gy.

Questão 02 (3,0 pontos)

Para o feixe de 100 keV, o alcance do elétron mais energético, segundo a Figura 1, é aproximadamente 10^{-2} g/cm^2 .

Considerando a densidade do ar de $1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$, temos que a distância percorrida pelo elétron no ar é de 10 cm.

Então, no setup padrão, em que a amostra é posicionada a 1 m da fonte, ela está a uma distância maior do que o alcance do elétron mais energético produzido pelo feixe no ar, o que garante a condição de equilíbrio de partículas carregadas.

Questão 03 (3,0 pontos)

O cálculo do aumento da radiosensibilidade entre as curvas é na verdade o cálculo do fator de aumento do oxigênio (OER, do inglês, *Oxygen Enhancement Ratio*), definida como a razão entre a dose de radiação necessária para produzir o mesmo efeito biológico em condições de hipóxia e a dose necessária em condições oxigenadas. Para a fração de sobrevivência celular dos primeiros pontos apresentados nas curvas temos a razão 10/4, que resulta em $OER = 2,5$. Valores próximos a esse são obtidos em qualquer nível de sobrevivência avaliado. A depender da fração de sobrevivência escolhido pelo candidato, o valor de OER pode variar entre 2 e 3.

O mecanismo responsável pelo aumento da morte celular (ou redução da fração de sobrevivência) em células oxigenadas decorre da presença de oxigênio, em um processo descrito como a Hipótese da fixação do oxigênio. Quando o oxigênio molecular está presente, ele reage com o DNA danificado pela radiação. Essa mudança impede qualquer tipo de reparo, fixando o dano da radiação.