

0/0

1
1/100

Residência Profissional 2025

1ª Fase – Provas: P1 Objetiva/P2 Dissertativa



E E

Profissão 5: Física/Física Médica



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR

COMISSÃO DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL
COREMU/USP

PROCESSO SELETIVO DOS PROGRAMAS DE RESIDÊNCIA EM ÁREA PROFISSIONAL DA SAÚDE – USP 2025

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 ou preta**. 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.
7. Duração da prova: **4h30**. Tempo mínimo de permanência obrigatória: 2h. 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

01

Leia o texto a seguir.

Os transtornos psiquiátricos podem se manifestar já a partir da infância, embora se tornem mais frequentes na adolescência e no início da idade adulta, quando passam a causar mais impacto econômico e social. A partir de dados de 159 países coletados de 1990 a 2019, um grupo internacional de pesquisadores liderado pelo psiquiatra brasileiro Christian Kieling, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), estimou a proporção de pessoas no mundo que potencialmente apresentavam ao menos um transtorno mental nas fases iniciais da vida, dos 5 aos 24 anos, justamente o período em que a ocorrência de casos mais cresce em função da idade.

No total, 293 milhões de pessoas dessa faixa etária tinham em 2019 sintomas compatíveis com algum dos 11 transtornos psiquiátricos avaliados – dos mais comuns, como ansiedade e depressão, aos mais raros, a exemplo dos transtornos alimentares ou da esquizofrenia.

Os dados obtidos indicam que a prevalência geral desses problemas varia bastante, principalmente entre a infância e o início da adolescência. Dos 5 aos 9 anos, 6,8% das crianças tinham ao menos um transtorno psiquiátrico. Essa proporção quase dobrou, alcançando 12,4% na faixa dos 10 aos 14 anos, e chegou a valores próximos a 14% nas faixas dos 15 aos 19 anos e dos 20 aos 24, permanecendo estável nas seguintes.

O aumento da prevalência, segundo os autores do estudo, deixa claro que a infância e a adolescência são um período crucial para realizar intervenções com o objetivo de evitar o desenvolvimento de transtornos psiquiátricos ou, uma vez manifestados, de reduzir sua gravidade e seu impacto na vida e evitar que se tornem crônicos.

Há mais de uma década a medicina e a psicologia deixaram de entender os transtornos mentais apenas como problemas da mente ou de comportamento e passaram a considerá-los também doenças do cérebro, que se instalam à medida que o órgão se desenvolve e amadurece. Maus-tratos físicos e psicológicos repetidos e outros eventos estressantes vividos na infância e na adolescência interagiram continuamente com genes que determinam a vulnerabilidade a problemas psiquiátricos, levando, em certo ponto, ao desenvolvimento desses transtornos.

Ricardo Zorzetto e Felipe Floresti. Revista Pesquisa Fapesp. Edição 338, abr. 2024. Adaptado.

Infere-se do texto:

- (A) Os transtornos alimentares associados a problemas psiquiátricos, mais prevalentes do que a depressão já a partir dos 15 anos, afetam de modo negativo as condições socioeconômicas dos jovens adultos.
- (B) As controvérsias entre as diversas áreas da saúde sobre o que seja saúde mental prejudicam a identificação das alterações sugestivas de doenças psiquiátricas em crianças e adolescentes.
- (C) Os fatores de risco para a saúde mental de crianças e adolescentes são considerados multifacetados e

resultariam da combinação entre predisposição genética e exposição a acontecimentos estressantes.

- (D) A hierarquia entre os aspectos causadores de transtornos mentais em crianças de até 10 anos estabelece, em primeiro lugar, a falta de cuidados afetivos adequados e, em segundo, os fatores socioeconômicos.
- (E) O estigma associado à saúde mental infantil e a falta de financiamento adequado para o setor contribuem para a curva ascendente dos transtornos de ansiedade a partir dos 14 anos, que chegaram a dobrar nos últimos anos.

TEXTO PARA AS QUESTÕES 02 E 03

A bioética é um conceito particularmente difícil de se apreender, tais as incertezas de seus contornos. Há quem se interroga mesmo sobre sua existência. Ao longo do tempo, o termo “bioética” veio se juntar aos de ética, moral e deontologia.

A bioética não é, necessariamente, uma disciplina universitária. Ela surge, como nos lembra o filósofo do direito Stéphane Bauzon, como um estudo interdisciplinar de questões éticas colocadas pela medicina e pelas ciências da vida.

Na sociedade pós-moderna, a bioética tornou-se uma preocupação mundial para diferentes autoridades. Questão pública e democrática, ela chama a sociedade a fazer escolhas.

Por definição, a bioética é plural, considerando tratar-se de um espaço de divergências de ideias. O nascimento da bioética está relacionado aos progressos fulgurantes das ciências médicas dos séculos XX e XXI. As novas possibilidades das ciências médicas, se trazem perspectivas de cura ou de atenuação dos sofrimentos humanos inesperados, até agora, podem, igualmente, provocar novos perigos de dominação, manipulação, seleção e subordinação. A bioética obedece à vontade política de não deixar “a ciência sem consciência” para retomar uma fórmula célebre do escritor francês do século XIX, François Rabelais.

Eric Mondielli. Revista de Direito Sanitário, São Paulo, v. 11, n. 2, Jul./Out. 2010. Adaptado.

02

Depreende-se das ideias apresentadas que a reflexão bioética

- (A) traz, como uma de suas consequências, o aumento das reivindicações do direito individual de acesso à saúde.
- (B) prescinde de legitimidade política, uma vez que o atuante progresso científico deve ultrapassar os limites do processo moral.
- (C) envolve a convicção de que a ambição humana é incompatível com a regulação da ciência.
- (D) visa a conamar a área jurídica a declinar do controle de problemas tecnocientíficos, passando a uma posição passiva, receptora de informações.
- (E) é atualmente indissociável da tomada de consciência das ameaças advindas do avanço tecnológico.



03

Afirma-se no 1º parágrafo que o termo “bioética” veio se juntar aos de ética, moral e deontologia. Nesse sentido, “deontologia” refere-se:

- (A) à aplicação da proteção jurídica à dignidade da pessoa humana.
- (B) às normas e aos procedimentos próprios de uma determinada categoria profissional.
- (C) aos domínios humanos nos quais predomina o hedonismo.
- (D) aos acontecimentos infaustos advindos da união da medicina com a tecnologia.
- (E) ao conjunto das dimensões que concorrem para a sobrevivência da espécie humana e do planeta.

05

A literacia em saúde é um conceito que vem sendo utilizado, de forma crescente e ampla, desde os anos 1990 para definir a capacidade dos indivíduos em buscar, compreender, avaliar e dar sentido a informações, visando ao cuidado de sua própria saúde ou de terceiros.

Estudos sobre a literacia em saúde de indivíduos e grupos, ao redor do planeta, têm demonstrado que quanto mais desenvolvidas forem as habilidades e competências associadas à literacia em saúde, em uma determinada população, melhores são os resultados de saúde observados, individual e coletivamente. O oposto também é destacado nestes estudos, evidenciando situações onde indivíduos e grupos com uma literacia em saúde menos desenvolvida estão mais sujeitos ao manejo inadequado de condições crônicas de saúde, utilizam mais frequentemente os serviços de emergência médica e tendem a apresentar maiores dificuldades de aderir a tratamentos medicamentosos.

Embora amplamente utilizado, nas esferas acadêmicas e de governos - nos Estados Unidos, no Canadá e em diversos países da Europa Ocidental, incluindo Portugal -, o conceito de literacia em saúde ainda é incipientemente trabalhado no Brasil, tendo como foco principal os estudos sobre linguagem e compreensão de informações sobre saúde, ou seja, aqueles circunscritos ao seu domínio fundamental. Igualmente, ainda não está no cerne de políticas públicas de saúde, sobretudo como elemento estratégico para a promoção da saúde, individual e coletivamente.

Frederico Peres. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1413-81232024291.02412023>.

Uma das consequências da literacia em saúde é

- (A) a confirmação de um diagnóstico muitas vezes indesejado.
- (B) uma abordagem mais eficiente no tratamento de doenças crônicas, entre outras.
- (C) o aumento da dificuldade em processar informações sobre saúde.
- (D) a falta de comunicação entre cuidador e paciente em cuidados paliativos.
- (E) a substituição da visita ao médico pela navegação na internet.

04

O Japão representa hoje a terceira maior economia do mundo, sendo considerado exemplo em áreas como educação, segurança e tecnologia. Na saúde, o país se destaca pelo seu sistema de saúde universal instituído em 1961, graças ao qual, com sua efetividade e desenvolvimento tecnológico e econômico, foi possível perceber melhora na qualidade e expectativa de vida com o passar das décadas. O sistema de cobertura de saúde japonês possui como principais características: afiliação compulsória; os cidadãos possuem cobertura exclusivamente pelo seguro médico nacional ou seguro social, sendo os beneficiários corresponsáveis pelo pagamento de uma pequena parcela dos gastos; os beneficiários têm acesso garantido aos diversos níveis de atenção, incluindo especialistas; as instituições são reembolsadas pelos gastos dos pacientes. A parcela de coparticipação varia de acordo com a idade, chegando a 20% dos custos para aqueles maiores de 70 anos, e 10% para os maiores de 75 anos.

Disponível em <https://www.revistas.usp.br/>. Adaptado.

No texto,

- (A) contrapõe-se a eficiência do sistema universal de saúde japonês aos altos custos para os beneficiários desse sistema.
- (B) sugere-se que o bom desempenho do Japão no setor da educação tenha como consequência a alta expectativa de vida dos japoneses.
- (C) mesclam-se dados objetivos e considerações subjetivas sobre as condições da saúde pública no Japão, prevalecendo estas sobre aqueles.
- (D) critica-se o caráter compulsório do sistema de saúde japonês, cujos custos são exorbitantes para os japoneses acima de 75 anos.
- (E) relaciona-se o avanço na expectativa de vida no Japão nas últimas décadas à eficiência do sistema de saúde do país.



06

Leia o texto e analise a imagem a seguir.

Ser médico de (sua) família.

Boa parte dos médicos presta cuidados de saúde aos seus familiares. Um estudo americano revelou que 99% dos médicos recebem pedidos de aconselhamento, diagnóstico ou tratamento de seus parentes. Diversos motivos conduzem ao estabelecimento desta singular relação médico-pessoa. O pedido expresso do parente constitui o motivo principal, realçando-se a proximidade familiar como atenuadora de custos e de inconveniências de deslocamento à unidade de saúde. A este fato somam-se o desconforto do médico em solicitar a observação por um colega e a inibição em recusar o uso do seu olhar clínico. O *American College of Physicians* e a *American Medical Association* desaconselham os cuidados prestados aos familiares. O Novo Código de Ética Médica brasileiro não refere este aspecto em seus artigos.

A literatura registra problemas que podem ser produto desta peculiar relação. A natureza informal do ambiente familiar poderá corroer a extensão da coleta de dados feita na anamnese, ao ser marcada pela ausência de registros clínicos e pela hesitação em questionar sobre hábitos nocivos ou sexuais. Tal poderá traduzir-se num menor rigor do diagnóstico. O comprometimento a estes níveis é também interpretado como consequência da interferência do excessivo envolvimento emocional na formulação do raciocínio médico.

Diversas interrogações permanecem perante aquele paciente que é também familiar. Uma delas não será, certamente, rara: não poderá a relação médico-paciente somar-se a uma relação familiar, com benefício para a pessoa, em determinadas situações clínicas? Pergunta-se, portanto, se o afeto existente na relação entre dois familiares e, concomitantemente numa relação médico-paciente, não constituirá, por si só, uma parte do tratamento.

José Agostinho Santos. Disponível em: rbmfc.org.br/rbmfc/article/view/443.
Adaptado.



Jean Galvão. Disponível no instagram do autor: @jeangalvao.

Depreende-se do texto e da charge que

- (A) a tendência para a ocultação de informações de impacto psicológico negativo da parte do médico-familiar deteriora o desempenho do tratamento.
- (B) as abordagens clínicas de familiares aparecem com frequência no cotidiano do médico, colocando-o, então, diante de diversos dilemas.
- (C) o afeto existente na relação entre familiares que constituam, concomitantemente, um médico e um paciente, já beneficia, por si, o tratamento.
- (D) o caráter imprevisível da observação clínica de familiares permite uma investigação mais acurada sobre hábitos nocivos, como o tabagismo.
- (E) as reivindicações clínicas em família são vistas como desrespeitosas, comprometendo, assim, a relação afetiva entre médico e familiares.

07

Leia o texto a seguir.

Em algum momento, os sintomas da dengue e da gripe podem ser os mesmos: dor de cabeça, dores pelo corpo e nas juntas, febre e mal-estar. Apesar de ambas as doenças serem virais, há outros sinais que as diferenciam, sobretudo aqueles que indicam uma possível evolução para quadros mais graves. Como o Brasil enfrenta um aumento no número de casos de dengue neste início de 2024, é importante conhecer esses sintomas para ajudar na identificação da enfermidade.

"A principal semelhança entre a dengue e a influenza é a febre de início súbito, geralmente a primeira manifestação das duas doenças, e a dor atrás dos olhos. Já a principal diferença são os sintomas respiratórios que aparecem logo nos primeiros dias de sintomas da influenza, como coriza, tosse produtiva e deglutição com dor, além das manchas vermelhas na pele que ocorrem tipicamente na dengue por volta de três a cinco dias", explica o infectologista e gestor médico de Desenvolvimento Clínico do Butantan, Érique Miranda.

A dengue é causada pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. Como o *A. aegypti* é vetor dos quatro vírus da dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4), assim como dos vírus da Zika e Chikungunya, se picar alguém infectado será capaz de transmitir o patógeno para outras pessoas.

A gripe, por sua vez, é causada pelo vírus influenza. Como o influenza sofre mutações frequentemente, todo ano a Organização Mundial da Saúde (OMS) define as três cepas que irão compor os imunizantes para cada hemisfério, de acordo com os vírus que mais circularam no ano anterior.

Disponível em: butantan.gov.br. Adaptado.

Considerando-se o período em que se encontra, estabelece ideia de "causa" o trecho:

- (A) "Como o Brasil enfrenta um aumento no número de casos de dengue neste início de 2024".
- (B) "Apesar de ambas as doenças serem virais".
- (C) "como coriza, tosse produtiva e deglutição com dor".
- (D) "de acordo com os vírus que mais circularam no ano anterior".
- (E) "assim como dos vírus da Zika e Chikungunya".



CONHECIMENTOS GERAIS**08**

A Política Nacional de Humanização tem como objetivo humanizar a atenção e a gestão do SUS. Entre seus diversos elementos, essa política busca promover uma proposta prática conhecida como clínica ampliada. Assinale a alternativa que descreve corretamente um de seus aspectos.

- (A) Um compromisso radical com o combate à doença, levando em consideração todo o conhecimento disponível sobre os sintomas e outros aspectos regulares observáveis independentemente das singularidades dos pacientes.
- (B) O estímulo para que especialistas ampliem seu leque de conhecimentos técnicos, de forma a combinar métodos e tecnologias de outras especialidades médicas.
- (C) O desenvolvimento de estratégias para garantir a adesão do paciente ao tratamento mais indicado para casos com o mesmo diagnóstico, potencializando seus resultados.
- (D) O desenvolvimento de propostas terapêuticas articuladas que levem em conta as diferenças individuais de cada paciente, buscando sua participação e valorizando sua autonomia enquanto um sujeito no seu projeto terapêutico.
- (E) Um conjunto de diretrizes para a ampliação e qualificação dos momentos de escuta e acolhimento na prática clínica, com o objetivo de obter detalhes sobre o contexto que provocou o adoecimento e chegar a diagnósticos mais precisos.

09

Considerando as disposições atualizadas da Lei nº 8.080, assinale a alternativa que aborda corretamente as condições de participação da iniciativa privada no sistema de saúde.

- (A) A assistência à saúde é livre à iniciativa privada, através do pagamento direto ou da intermediação financeira de planos de saúde, sendo vedada a contratação de serviços privados pelo setor público.
- (B) As condições para o funcionamento de serviços privados de assistência à saúde devem seguir princípios éticos e normas expedidas por órgão de direção do SUS.
- (C) Serviços privados podem estabelecer contratos e convênios com o SUS em caráter complementar, desde que as entidades participantes não tenham fins lucrativos.
- (D) O SUS pode estabelecer contratos e convênios com entidades privadas para a prestação de serviços hospitalares, desde que sejam devidamente credenciadas como instituições filantrópicas.
- (E) Participação direta ou indireta de capital estrangeiro na assistência à saúde é permitida por lei desde 2015, exceto no que concerne a hospitais gerais e hospitais especializados.

10

No campo da Bioética, é comum referir-se a certos princípios básicos propostos pelo Relatório Belmont (1978) no contexto das pesquisas com seres humanos e, posteriormente, estendidos para a prática médica e outras áreas relacionadas à saúde. Um desses princípios é o de autonomia, que versa sobre a liberdade de cada pessoa decidir sobre sua própria vida, exercendo sua autodeterminação, livre de pressões externas ou influência de outras pessoas. Levando em conta as situações descritas pelas alternativas a seguir, assinale aquela em que a autonomia individual está sendo limitada para garantir o prevalecimento de outros princípios bioéticos.

- (A) A proibição de fumar em ambientes fechados e outros espaços públicos.
- (B) O oferecimento de cuidados paliativos para pacientes terminais.
- (C) A realização de pesquisa científica em pacientes após manifestação de consentimento.
- (D) A recusa de um profissional à realização de procedimento por objeção de consciência.
- (E) A prescrição excessiva de antibióticos.

11

A Portaria nº 4.279, de 30 de dezembro de 2010, estabelece diretrizes para a estruturação da Rede de Atenção à Saúde (RAS) como estratégia para aperfeiçoar o funcionamento político-institucional do Sistema Único de Saúde (SUS). O documento que a acompanha discorre sobre fundamentos conceituais e operativos essenciais ao processo de organização da RAS e o compromisso com seus resultados esperados, tanto sanitários quanto econômicos. Assinale a alternativa que define corretamente um desses fundamentos.

- (A) O conceito de economia de escala, aplicado à RAS, diz respeito às vantagens obtidas pela multiplicação e capilarização de serviços pelo maior número de municípios, otimizando resultados e o uso de recursos assistenciais.
- (B) A integração vertical consiste na articulação ou fusão de unidades e serviços de saúde de mesma natureza ou especialidade, para otimizar a escala de atividades, ampliar a cobertura e a eficiência econômica.
- (C) A integração horizontal é definida como a articulação não hierarquizada de diversas unidades de produção de saúde responsáveis por ações e serviços diferenciados, resultando em um aumento da resolutividade.
- (D) Os processos de substituição devem ser minimizados, evitando alterações e reagrupamentos de recursos entre e dentro dos serviços de saúde, de maneira a garantir a longo prazo a continuidade nas dimensões da localização, das competências clínicas e da tecnologia.
- (E) O conceito de equidade, uma das dimensões da qualidade, preconiza que características pessoais, como local de residência, escolaridade, poder aquisitivo, dentre outras, não devem resultar em desigualdades no cuidado à saúde.



12

A Portaria nº 635, de 22 de maio de 2023, instituiu novo tipo de incentivo financeiro federal para as modalidades de equipes Multiprofissionais na Atenção Primária à Saúde (eMulti). O Pagamento por Desempenho das eMulti valerá para os municípios com equipes que alcançarem os indicadores definidos na portaria, em avaliação quadrienal. Assinale a alternativa que contém indicadores do Pagamento por Desempenho, a serem observados na atuação das eMulti, definidos na portaria.

- (A) Quantidade de ações realizadas, população adscrita cadastrada e satisfação da pessoa atendida.
- (B) Percentual de solicitações respondidas em 72 horas, satisfação das pessoas atendidas e índice de vulnerabilidade social.
- (C) Quantidade de ações realizadas, resolução de ações interprofissionais e satisfação das pessoas atendidas.
- (D) Resolução das ações interprofissionais, população adscrita cadastrada e satisfação das pessoas atendidas.
- (E) Índice de vulnerabilidade social, quantidade de ações realizadas e percentual de atendimentos remotos realizados.

13

O Decreto nº 7.508, de 28 de junho de 2011, dispõe sobre a organização do Sistema Único de Saúde (SUS), o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa. Um dos conceitos fundamentais desse instrumento normativo é a Região de Saúde, definida como um espaço geográfico contínuo constituído por agrupamentos de Municípios limítrofes, delimitado a partir de identidades culturais, econômicas e sociais e de redes de comunicação e infraestrutura de transportes compartilhados. Para ser instituída, a Região de Saúde deve conter um mínimo de ações e serviços de saúde. Assinale a alternativa que contém todos os requisitos mínimos para a instituição de uma Região de Saúde.

- (A) Atenção primária; atenção ambulatorial especializada; urgência e emergência; e vigilância em saúde.
- (B) Atenção primária; vigilância em saúde; atenção ambulatorial especializada; e atenção psicossocial.
- (C) Atenção primária; urgência e emergência; atenção psicossocial; e atenção ambulatorial especializada e hospitalar.
- (D) Atenção primária; atenção ambulatorial especializada e hospitalar; atenção psicossocial; e vigilância em saúde.
- (E) Atenção primária; urgência e emergência; atenção psicossocial; atenção ambulatorial especializada e hospitalar; e vigilância em saúde.

14

A Política Nacional de Atenção Básica, estabelecida pela Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017, pressupõe uma articulação interfederativa, realizada em instâncias próprias, em que todas as esferas de governo compartilham responsabilidades comuns. Porém, a portaria também define responsabilidades específicas para cada esfera. Assinale a alternativa que contém uma responsabilidade de competência exclusiva das Secretarias Municipais de Saúde.

- (A) Gerenciar os serviços e ações de Atenção Básica, de forma universal, dentro do seu território.
- (B) Articular instituições de ensino e serviço, para formação e garantia de educação permanente aos profissionais de saúde.
- (C) Definir estratégias de institucionalização do monitoramento e avaliação da Atenção Básica.
- (D) Destinar recursos próprios para o financiamento da Atenção Básica, de modo mensal, regular e automático.
- (E) Analisar os dados gerados pelos sistemas de informação, utilizá-los no planejamento e divulgar os resultados obtidos.

15

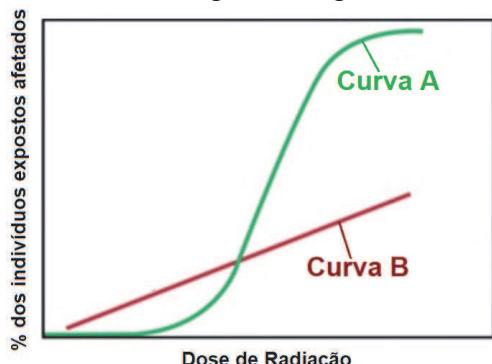
O financiamento do SUS tem como fontes as receitas estatais e de contribuições sociais dos orçamentos federal, estadual e municipal. Paim et al. (2011) analisam a trajetória do financiamento do sistema público, construindo uma interpretação sobre a sua adequação às necessidades de saúde da população brasileira e os desafios para o cumprimento dos princípios e diretrizes do SUS. Assinale a alternativa em concordância com a análise feita pelos autores no período histórico estudado.

- (A) As fontes de financiamento do SUS, embora sejam bem definidas, não têm sido suficientes para assegurar recursos financeiros adequados.
- (B) Recursos arrecadados especificamente para a saúde foram destinados a despesas de outros setores, em diversos momentos da história recente.
- (C) A proporção pública da despesa com saúde no Brasil é compatível com outros países com sistemas universais, mas nosso país tem um PIB per capita muito baixo.
- (D) A redução da contribuição estadual e municipal para o financiamento do SUS resultou num aumento da participação federal no gasto público com saúde.
- (E) O volume de recursos públicos para o SUS é maior do que o previsto quando ele foi criado, mas as necessidades de saúde da população aumentaram em maior proporção.



FÍSICA / FÍSICA MÉDICA**16**

A radiação pode produzir dois tipos de danos diferentes. Nesse contexto, analise o gráfico a seguir.



Considerando o gráfico com as formas da dose-resposta para os danos induzidos pela radiação e seus conhecimentos sobre a severidade dos danos, é correto afirmar:

- (A) A curva A representa o efeito estocástico, caracterizado por um dano zero em baixas doses, mas com rápido aumento da probabilidade de dano após a dose limiar. Nele a severidade do efeito independe da dose.
- (B) A curva B representa o efeito estocástico, caracterizado por um aumento da probabilidade de dano com a dose de radiação recebida. Nele há um aumento da severidade do efeito com o aumento da dose.
- (C) A curva A representa o efeito determinístico, caracterizado por um limiar de dose para sua ocorrência. Nele, a severidade do efeito está relacionada à dose recebida.
- (D) A curva B representa o efeito determinístico, caracterizado por um aumento da probabilidade de dano com a dose de radiação recebida e consequente aumento da severidade do efeito.
- (E) A curva A representa o efeito estocástico e a curva B, o determinístico. A intersecção das curvas indica a dose de maior severidade dos danos causados pela radiação pela soma dos danos provocados pelos dois efeitos.

17

A constante de decaimento de um radioisótopo é $\lambda=0,2 \text{ h}^{-1}$. Um frasco contendo 10 mL desse radioisótopo apresenta uma atividade de 100 kBq às 8 h da manhã. Qual volume desse radioisótopo será necessário para um procedimento que requer atividade de 50 kBq e ocorrerá às 11:30 h da manhã do mesmo dia?

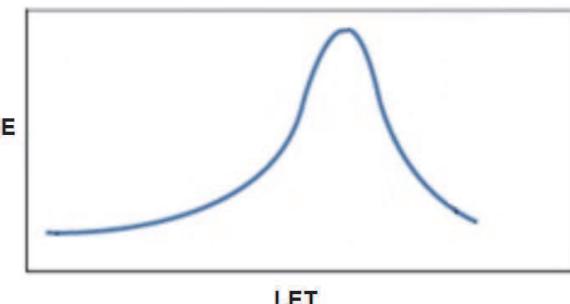
- (A) 5 mL.
- (B) 10 mL.
- (C) 3,5 mL.
- (D) 2 mL.
- (E) 7,5 mL.

Note e adote:

$\ln 2 \approx 0,7$

18

A figura a seguir ilustra a relação entre a eficiência biológica relativa (RBE, do termo em inglês *Relative Biological Effectiveness*) e a transferência de energia linear (LET, do termo em inglês *Linear Energy Transfer*) da radiação.



Sobre a relação entre a RBE e o LET, é correto afirmar:

- (A) O valor máximo da RBE ocorre para um LET de 100 keV/mm, porque, para esse LET, a separação média entre os eventos de ionização coincide com o diâmetro da dupla hélice do DNA.
- (B) O valor máximo da RBE ocorre para um LET de 100 keV/mm, porque, para esse LET, a taxa de aumento do oxigênio (OER, do inglês *Oxygen Enhancement Ratio*) também é máxima.
- (C) O valor mínimo da RBE ocorre para um LET de 100 keV/mm, porque, para esse LET, a radiação não tem energia suficiente para ionizar o tecido e provocar dano.
- (D) O valor mínimo da RBE ocorre para um LET de 100 keV/mm, porque esse LET corresponde a partículas carregadas pouco usadas em radioterapia.
- (E) Não é possível definir um valor único para máximo de RBE em função do LET, pois a curva varia a depender do nível de sobrevivência celular observado.

19

Um tubo de raios X operando com 100 kVp e 5 mA apresenta uma energia efetiva de 40 keV e uma taxa de kerma no ar de 2 Gy/min. Qual será a energia efetiva e a taxa de kerma no ar se a corrente anódica for aumentada para 10 mA?

- (A) 40 keV, 4 Gy/min.
- (B) 80 keV, 4 Gy/min.
- (C) 20 keV, 1 Gy/min.
- (D) 20 keV, 4 Gy/min.
- (E) 40 keV, 2 Gy/min.



20

A limitação de dose é um dos princípios de proteção radiológica. A seguir, é apresentado o histórico de doses efetivas de corpo todo que foram recebidas por um indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE).

Ano	2023	2022	2021	2020	2019
Dose (mSv)	25	0	10	5	60

Com base nessas informações e considerando os critérios estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), é correto afirmar:

- (A) O IOE excedeu o limite de dose efetiva em corpo todo estabelecido pela CNEN, pois recebeu uma dose média de 20 mSv em 5 anos.
- (B) O IOE não excedeu o limite de dose efetiva em corpo todo estabelecido pela CNEN, pois recebeu em menos que 20 mSv em 3 anos consecutivos.
- (C) O IOE não excedeu o limite de dose efetiva em corpo todo estabelecido pela CNEN, pois não recebeu nenhuma dose em 2022, compensando os anos que recebeu mais dose.
- (D) O IOE excedeu o limite de dose efetiva em corpo todo estabelecido pela CNEN, pois embora sua dose média seja 20 mSv em 5 anos, ele recebeu 60 mSv em um ano.
- (E) O IOE não excedeu o limite de dose efetiva em corpo todo estabelecido pela CNEN, pois em 2023 ele recebeu 25 mSv.

21

Uma câmara de ionização cuja cavidade é preenchida com ar seco fornece, quando exposta a um determinado feixe de raios X, uma leitura de exposição igual a $5 \times 10^{-4} \frac{C}{kg}$ a 1 m da fonte. Considerando que as condições de equilíbrio de partículas carregadas foram atendidas e que a energia necessária para produzir um par de íons no ar seco é de 34 J/C, a dose no ar quando a medição for realizada a 50 cm da fonte será:

- (A) 4,25 mGy.
- (B) 17 mGy.
- (C) 34 mGy.
- (D) 68 mGy.
- (E) 88,5 mGy.

22

A braquiterapia é uma modalidade de radioterapia na qual a fonte de tratamento é colocada em contato ou muito próxima ao tumor. Sobre esse tratamento, assinale a alternativa correta.

- (A) Na braquiterapia intracavitária, fontes radioativas em forma de agulhas, fios ou sementes são inseridas diretamente no tecido.
- (B) A braquiterapia intersticial é usada principalmente para cânceres do colo uterino, do corpo uterino e da vagina
- (C) A braquiterapia superficial emprega fontes não seladas para tratamentos de lesões de pele.
- (D) O cálculo de dose em braquiterapia segue o formalismo do TG nº 43 da Associação Americana de Física Médica (AAPM).
- (E) Implantes permanentes de próstata utilizam fontes de alta meia vida e baixa energia.

23

Uma fonte de céssio apresenta uma taxa de kerma no ar de $32 \mu\text{Gy/h}$ a uma distância de 1 m da fonte. Sabendo que a camada semirredutora desse feixe de raio gama é de 6 mm de chumbo, qual espessura de chumbo necessária para que a taxa de kerma no ar a 10 cm da fonte seja reduzida para $100 \mu\text{Gy/h}$?

- (A) 5 mm.
- (B) 15 mm.
- (C) 30 mm.
- (D) 45 mm.
- (E) 60 mm.

24

A alteração do tamanho de campo do feixe de teleterapia tem implicações diretas no fator *output* (ou fator campo). Sobre esse fator, assinale a alternativa correta.

- (A) O aumento do tamanho de campo provoca um aumento na taxa de dose no espaço livre devido ao espalhamento no colimador.
- (B) A diminuição do tamanho do campo, aumenta o *output* do feixe devido à concentração da radiação em uma área menor.
- (C) O aumento do tamanho de campo provoca a diminuição relativa da radiação espalhada no meio irradiado.
- (D) A contribuição do espalhamento no colimador pode ser calculada usando fatores de retroespalhamento.
- (E) A mesma dose em determinado ponto é entregue por menos unidades monitoras quando campos menores que o de referência são usados.

25

Variando a tensão aplicada em um tubo de raios X, bem como a filtração, é possível produzir dois tipos de feixes: o feixe A apresenta a primeira camada semirredutora (CSR1) igual a 4 mm de alumínio e a segunda camada semirredutora (CSR2) igual a 6 mm de alumínio; o feixe B apresenta a CSR1 = 3 mm de alumínio e CSR2 = 4 mm de alumínio. Comparando a qualidade desses feixes, é correto afirmar:

- (A) O feixe A é mais homogêneo e tem maior poder de penetração.
- (B) O feixe B é mais duro e menos homogêneo.
- (C) Os dois feixes têm o mesmo poder de penetração.
- (D) O feixe A é mais mole e homogêneo se comparado ao feixe B.
- (E) O feixe A é mais penetrante e polidisperso se comparado ao feixe B.



26

A carga de trabalho física de um acelerador linear é de 7.100 Gy/ano. Qual a carga de trabalho total desse acelerador, considerando que ele trata 50 pacientes por dia, entregando 2 Gy no isocentro por paciente, e que trabalha cinco dias por semana durante 50 semanas do ano?

- (A) 5.000 Gy/ano.
- (B) 7.100 Gy/ano.
- (C) 17.900 Gy/ano.
- (D) 25.000 Gy/ano.
- (E) 32.100 Gy/ano.

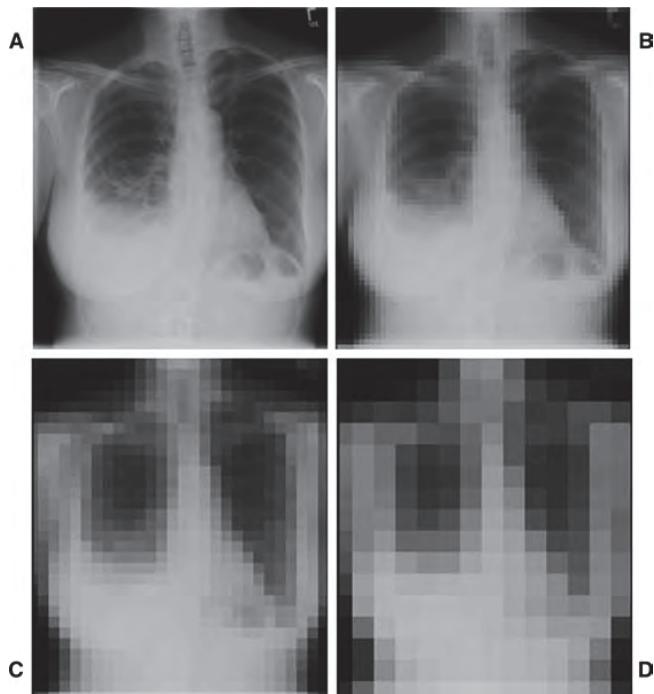
27

Detectores de radiação a gás são amplamente utilizados em física médica devido a sua versatilidade, praticidade e robustez. O gás de *quenching* é utilizado em alguns desses detectores com a finalidade de

- (A) diminuir a recombinação iônica em contadores proporcionais.
- (B) aumentar a avalanche em tubos Geiger.
- (C) reduzir avalanches secundárias em câmaras de ionização.
- (D) neutralizar os cátions em tubos Geiger.
- (E) amplificar a altura do pulso nos contadores proporcionais.

28

As imagens apresentadas a seguir representam uma mesma radiografia de tórax. Sobre essas imagens é correto afirmar.



Fonte: BUSHBERG, J. T.; SEIBERT, J. A.; LEIDHOLDT Jr., E. M.; BOONE, J. M. The essential physics of medical imaging. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. 1048p.

- (A) De A a D, verifica-se a degradação da resolução espacial da imagem pela redução do número de pixels utilizado para apresentação da imagem.

- (B) As radiografias de tórax A e B foram obtidas digitalmente e as imagens C e D são digitalizações de imagens analógicas.
- (C) As imagens A e B ocupam um menor espaço em disco do que as imagens C e D quando armazenadas.
- (D) De A a D, verificam-se diferenças devido ao efeito da grade anti-espalhamento em imagens de radiografia.
- (E) De A a D, verifica-se o efeito da diminuição do tamanho do ponto focal.

29

O coeficiente de atenuação é uma grandeza de interação de grande relevância em física médica. Porém, a atenuação monoexponencial é observada apenas para feixes mono-energéticos de partículas não-carregadas idênticas e que são absorvidas sem produzir radiação espalhada ou secundária. Medições de propriedades de atenuação de feixe de fôtons em um determinado absorvedor podem ser realizadas utilizando diferentes geometrias e condições experimentais, resultando em diferentes tipos de coeficientes de atenuação. Nesse contexto, é correto afirmar:

- (A) Na geometria de feixe largo, colimadores impedem que a radiação espalhada atinja o detector.
- (B) Na geometria de feixe estreito, a radiação espalhada atinge o detector, mas somente partículas primárias são contabilizadas.
- (C) A atenuação de feixe-estreito pode ser obtida com geometria de feixe-largo se o detector contar apenas partículas primárias.
- (D) A geometria de feixe-largo resulta em um coeficiente de atenuação maior que o obtido para geometria de feixe-estreito.
- (E) Na atenuação de feixe-largo, partículas carregadas secundárias são contadas pelo detector.

30

O ultrassom Doppler baseia-se na mudança de frequência na onda ultrassônica causada por um refletor que se move, como o sangue na vasculatura. Sobre o ultrassom Doppler, assinale a alternativa correta.

- (A) Ondas sonoras refletidas de um objeto em movimento na direção do transdutor possuem frequências mais baixas do que a do som incidente.
- (B) A diferença entre as frequências das ondas sonoras incidentes e refletidas é chamada de absorção Doppler.
- (C) Conhecendo-se a frequência incidente do ultrassom e a frequência refletida, é possível encontrar a velocidade do sangue.
- (D) O ângulo de posicionamento do transdutor em relação ao vaso sanguíneo não interfere no deslocamento Doppler.
- (E) A imagem colorida de fluxo adquirida com Doppler apresenta resolução espacial duas vezes maior que a imagem em escala de cinza na qual ela é superposta.



31

Quando a superfície de alguns metais é iluminada com luz visível, elétrons são emitidos com alguma ou nenhuma energia cinética. Nesse efeito, considerando que a luz incidindo em um dado metal atende à condição para emissão do elétron, é correto afirmar:

- (A) Quanto maior a intensidade do feixe de luz, maior a energia cinética dos elétrons ejetados.
- (B) Quanto maior o comprimento de onda da luz incidente, maior a quantidade de elétrons ejetados.
- (C) A emissão do elétron pode ocorrer após a absorção consecutiva de dois ou mais fótons.
- (D) Fótons incidentes de maior frequência liberam mais elétrons.
- (E) Fótons incidentes de menor comprimento de onda liberam elétrons mais rápidos.

32

As propriedades de magnetização do tecido são a base para a aquisição de imagens por ressonância magnética nuclear. Sobre os mecanismos de relaxação do tecido, é correto afirmar:

- (A) A presença de inhomogeneidades magnéticas no tecido do tipo paramagnéticas ou ferromagnéticas provocam o aumento do decaimento T2*.
- (B) Fluido cerebrospinal ou tecido com muito edema apresentam T2 curto.
- (C) O decaimento do sinal T2* é sempre mais lento que o decaimento T2.
- (D) O decaimento T1 é maior que o T2.
- (E) O tecido gorduroso é um tecido com alto T1.

33

Ao se aproximar do núcleo atômico, um fóton desaparece e dá origem a um par elétron-pósitron. Nesse processo de interação,

- (A) o fóton incidente deve ter energia mínima de $4m_0c^2$, onde m_0 é a massa de repouso do elétron e c , a velocidade da luz.
- (B) fótons de aniquilação decorrentes da interação do pósitron com um elétron do meio transportam a energia excedente do fóton primário.
- (C) a energia cinética do pósitron se torna ligeiramente maior que a do elétron após a produção do par.
- (D) não há transferência de energia para o meio.
- (E) neutrinos são emitidos após a formação do positrônio.

34

Para realização de um exame radiográfico do rim, utilizou-se sulfato de bário como agente de contraste. A massa de contraste administrada ao paciente corresponde a 1% da massa do rim. Se, durante um exame não contrastado realizado com mesmo feixe e condições idênticas, a dose

absorvida no rim é de 100 mGy, a estimativa de dose no rim durante o exame contrastado será aproximadamente:

- (A) 1 mGy.
- (B) 100 mGy.
- (C) 200 mGy.
- (D) 250 mGy.
- (E) 1000 mGy.

Note e adote:

$$\text{Considere } \left(\frac{\mu_{\text{abs}}}{\rho}\right)_{\text{rim}} = 2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ e } \left(\frac{\mu_{\text{abs}}}{\rho}\right)_{\text{bálio}} = 2 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}.$$

35

Um acelerador linear de 6 MV é calibrado para entregar 1 cGy/UM na profundidade de máxima dose ($D_{\text{máx}} = 1,5 \text{ cm}$) em setup SSD, no qual a distância fonte-superfície é fixa e igual a 100 cm. Se esse mesmo acelerador linear for usado em setup isocêntrico, no qual a distância fonte-isocentro passa a ser fixa e igual a 100 cm, qual será a dose entregue na profundidade de máxima dose?

- (A) 1 cGy/UM.
- (B) 1,05 cGy/UM.
- (C) 1,03 cGy/UM.
- (D) 0,95 cGy/UM.
- (E) 0,97 cGy/UM.

36

A qualidade de um feixe de raios X diagnóstico pode ser expressa em termos de parâmetros como a camada semirreductora, o coeficiente de homogeneidade e a energia efetiva. Sobre a energia efetiva, é correto afirmar:

- (A) Corresponde a exatamente um terço da energia máxima do feixe.
- (B) É o mesmo que a energia média do feixe.
- (C) Pode ser calculada pela camada semirreductora do feixe.
- (D) É expressa em termos do coeficiente de homogeneidade.
- (E) É calculada com base na tensão aplicada ao tubo de raios X.

37

O controle das exposições potenciais pelo uso de fontes radioativas reflete diretamente nas doses normais e potenciais que podem ser entregues a

- (A) trabalhadores, pacientes e membros do público.
- (B) trabalhadores e pacientes.
- (C) pacientes e membros do público.
- (D) trabalhadores e membros do público.
- (E) pacientes, membros do público e médicos.



38

Em detectores de radiação a gás, sabe-se que a diferença de potencial aplicada entre o ânodo e o cátodo define o seu regime de operação do detector. Em uma curva típica da variação do sinal do detector em função da diferença de potencial aplicado entre seus eletrodos, tem-se que a região de diferença de potencial imediatamente inferior a do contador proporcional é denominada região de

- (A) câmara de ionização.
- (B) Geiger-Muller.
- (C) proporcionalidade limitada.
- (D) recombinação iônica.
- (E) descarga contínua.

39

O efeito Compton rendeu ao pesquisador homônimo o prêmio Nobel em Física de 1927. Esse efeito é de grande relevância em física médica, pois

- (A) aumenta o contraste em imagens radiográficas.
- (B) possibilita o tratamento de tumores profundos.
- (C) permitiu o desenvolvimento da tomografia de fóton único.
- (D) diminui o borramento em imagens PET.
- (E) melhora a resolução espacial em imagens médicas.

40

Experimentos com tubos de raios catódicos levaram Roentgen, em 1895, à descoberta de raios invisíveis que, dada sua natureza desconhecida, foram denominados raios X. De acordo com relatos históricos, Roentgen observou que a incidência dos raios X em uma tela de platinocianeto de bário resultava na emissão de luz apenas quando o tubo de raios catódicos permanecia ligado. Atualmente, sabe-se que esse fenômeno observado por Roentgen é o princípio de funcionamento do detector de radiação denominado:

- (A) Geiger-Muller.
- (B) Câmara de ionização.
- (C) Termoluminescente.
- (D) Filme Radiográfico.
- (E) Cintilador.



ESTUDO DE CASO

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

Uma clínica de radiologia possui equipamentos de raios X diagnóstico, bem como ortovoltagem e aceleradores lineares para tratamentos de radioterapia. A clínica possui ainda equipamentos e objetos simuladores necessários para aferir alguns parâmetros físicos e a qualidade dos feixes utilizados. Dentre os detectores, destacam-se câmara de ionização de placas paralelas, câmara de ionização cilíndrica, câmara de ionização do tipo poço, contador Geiger, espectrômetro gama, contador proporcional, dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio ($\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$), dosímetros termoluminescentes de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4:\text{Dy}$) e leitora termoluminescente. Possui ainda placas de alumínio ($\rho \cong 2,5 \text{ g.cm}^{-3}$) de diferentes espessuras (1, 5 e 10 mm), placas de chumbo ($\rho \cong 11 \text{ g.cm}^{-3}$) de diferentes espessuras (1, 5 e 10 mm), placas de água sólida (5, 10 e 20 mm), objeto simulador acrílico de $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}^3$ que pode ser preenchido com água e objeto simulador acrílico com volume $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}^3$. A equipe de física médica é responsável pelo controle de qualidade de todos esses equipamentos.

Dados:

Água			Alumínio			Ar		
Energia (MeV)	μ/ρ (cm^2/g)	μ_{en}/ρ (cm^2/g)	Energia (MeV)	μ/ρ (cm^2/g)	μ_{en}/ρ (cm^2/g)	Energia (MeV)	μ/ρ (cm^2/g)	μ_{en}/ρ (cm^2/g)
1.00000E-03	4.078E+03	4.065E+03	1.00000E-03	1.185E+03	1.183E+03	1.00000E-03	3.606E+03	3.599E+03
1.50000E-03	1.376E+03	1.372E+03	1.50000E-03	4.022E+02	4.001E+02	1.50000E-03	1.191E+03	1.188E+03
2.00000E-03	6.173E+02	6.152E+02	1.55960E-03	3.621E+02	3.600E+02	2.00000E-03	5.279E+02	5.262E+02
3.00000E-03	1.929E+02	1.917E+02	1.55960E-03	3.957E+03	3.829E+03	3.00000E-03	1.625E+02	1.614E+02
4.00000E-03	8.278E+01	8.191E+01	2.00000E-03	2.263E+03	2.204E+03	3.20290E-03	1.340E+02	1.330E+02
5.00000E-03	4.258E+01	4.188E+01	3.00000E-03	7.880E+02	7.732E+02	3.20290E-03	1.485E+02	1.460E+02
6.00000E-03	2.464E+01	2.405E+01	4.00000E-03	3.605E+02	3.545E+02	4.00000E-03	7.788E+01	7.636E+01
8.00000E-03	1.037E+01	9.915E+00	5.00000E-03	1.934E+02	1.902E+02	5.00000E-03	4.027E+01	3.931E+01
1.00000E-02	5.329E+00	4.944E+00	6.00000E-03	1.153E+02	1.133E+02	6.00000E-03	2.341E+01	2.270E+01
1.50000E-02	1.673E+00	1.374E+00	8.00000E-03	5.033E+01	4.918E+01	8.00000E-03	9.921E+00	9.446E+00
2.00000E-02	8.096E-01	5.503E-01	1.00000E-02	2.623E+01	2.543E+01	1.00000E-02	5.120E+00	4.742E+00
3.00000E-02	3.756E-01	1.557E-01	1.50000E-02	7.955E+00	7.487E+00	1.50000E-02	1.614E+00	1.334E+00
4.00000E-02	2.683E-01	6.947E-02	2.00000E-02	3.441E+00	3.094E+00	2.00000E-02	7.779E-01	5.389E-01
5.00000E-02	2.269E-01	4.223E-02	3.00000E-02	1.128E+00	8.778E-01	3.00000E-02	3.538E-01	1.537E-01
6.00000E-02	2.059E-01	3.190E-02	4.00000E-02	5.685E-01	3.601E-01	4.00000E-02	2.485E-01	6.833E-02
8.00000E-02	1.837E-01	2.597E-02	5.00000E-02	3.681E-01	1.840E-01	5.00000E-02	2.080E-01	4.098E-02
1.00000E-01	1.707E-01	2.546E-02	6.00000E-02	2.778E-01	1.099E-01	6.00000E-02	1.875E-01	3.041E-02
1.50000E-01	1.505E-01	2.764E-02	8.00000E-02	2.018E-01	5.511E-02	8.00000E-02	1.662E-01	2.407E-02
2.00000E-01	1.370E-01	2.967E-02	1.00000E-01	1.704E-01	3.794E-02	1.00000E-01	1.541E-01	2.325E-02
3.00000E-01	1.186E-01	3.192E-02	1.50000E-01	1.378E-01	2.827E-02	1.50000E-01	1.356E-01	2.496E-02
4.00000E-01	1.061E-01	3.279E-02	2.00000E-01	1.223E-01	2.745E-02	2.00000E-01	1.233E-01	2.672E-02
5.00000E-01	9.687E-02	3.299E-02	3.00000E-01	1.042E-01	2.816E-02	3.00000E-01	1.067E-01	2.872E-02
6.00000E-01	8.956E-02	3.284E-02	4.00000E-01	9.276E-02	2.862E-02	4.00000E-01	9.549E-02	2.949E-02
8.00000E-01	7.865E-02	3.206E-02	5.00000E-01	8.445E-02	2.868E-02	5.00000E-01	8.712E-02	2.966E-02
1.00000E+00	7.072E-02	3.103E-02	6.00000E-01	7.802E-02	2.851E-02	6.00000E-01	8.055E-02	2.953E-02
1.25000E+00	6.323E-02	2.965E-02	8.00000E-01	6.841E-02	2.778E-02	8.00000E-01	7.074E-02	2.882E-02
1.50000E+00	5.754E-02	2.833E-02	1.00000E+00	6.146E-02	2.686E-02	1.00000E+00	6.358E-02	2.789E-02
2.00000E+00	4.942E-02	2.608E-02	1.25000E+00	5.496E-02	2.565E-02	1.25000E+00	5.687E-02	2.666E-02
3.00000E+00	3.969E-02	2.281E-02	1.50000E+00	5.006E-02	2.451E-02	1.50000E+00	5.175E-02	2.547E-02
4.00000E+00	3.403E-02	2.066E-02	2.00000E+00	4.324E-02	2.266E-02	2.00000E+00	4.447E-02	2.345E-02
5.00000E+00	3.031E-02	1.915E-02	3.00000E+00	3.541E-02	2.024E-02	3.00000E+00	3.581E-02	2.057E-02
6.00000E+00	2.770E-02	1.806E-02	4.00000E+00	3.106E-02	1.882E-02	4.00000E+00	3.079E-02	1.870E-02
8.00000E+00	2.429E-02	1.658E-02	5.00000E+00	2.836E-02	1.795E-02	5.00000E+00	2.751E-02	1.740E-02
1.00000E+01	2.219E-02	1.566E-02	6.00000E+00	2.655E-02	1.739E-02	6.00000E+00	2.522E-02	1.647E-02
1.50000E+01	1.941E-02	1.441E-02	8.00000E+00	2.437E-02	1.678E-02	8.00000E+00	2.225E-02	1.525E-02
2.00000E+01	1.813E-02	1.382E-02	1.00000E+01	2.318E-02	1.650E-02	1.00000E+01	2.045E-02	1.450E-02
			1.50000E+01	2.195E-02	1.631E-02	1.50000E+01	1.810E-02	1.353E-02
			2.00000E+01	2.168E-02	1.633E-02	2.00000E+01	1.705E-02	1.311E-02



Questão 01

A clínica iniciará o uso de um novo feixe de raios X, e o físico precisa caracterizar esse feixe. Para isso, ele utiliza uma câmara de ionização para medir a exposição a uma distância de 1 m do ponto focal do tubo para um feixe produzido com 200 kVp, 40 mAs e camada semirredutora de 13,8 mm de alumínio, obtendo uma leitura de 0,02 C/kg. Explique em detalhes, incluindo os cálculos, como é possível e quais condições são necessárias para, a partir dessa medição, encontrar o valor de dose no ar.

Dado: Energia necessária para liberar um elétron no ar seco = 34 eV (ou $(W/e) = 34 \text{ J/C}$). Considere $1 \text{ R} = 2,6 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$.

Questão 02

O mesmo feixe da questão 01 será utilizado para irradiações com finalidades de pesquisa. Considerando que detectores pontuais tecido-equivalentes serão irradiados, calcule a dose no detector irradiado sob as mesmas condições da questão 01.



Questão 03

O físico precisa realizar também a dosimetria de um feixe de fótons de 6 MV produzido pelo acelerador linear. Usando o protocolo da IAEA TRS-398, ele obteve uma leitura média de 0,10 nC/MU com uma distância fonte-superfície fixa em 100 cm e com a câmara de ionização cilíndrica posicionada em um campo $10 \times 10 \text{ cm}^2$, a 10 cm de profundidade. A temperatura da água era de 21 °C e a pressão atmosférica 92 kPa. A leitura da câmara com a polaridade de rotina/calibração foi 0,10 nC/UM e na polaridade oposta foi de 0,08 nC/UM. Determine a dose na profundidade de máxima dose desse feixe ($d_{\max} = 1,5 \text{ cm}$).

Dados: Fator de correção para recombinação iônica $K_S = 1,1$. Fator de correção para a qualidade do feixe do acelerador linear em relação ao feixe de ^{60}Co $K_{Q,Q_0} = 0,99$. O coeficiente de calibração para a dose absorvida na água com feixe de ^{60}Co obtido na temperatura de 20 °C e pressão atmosférica de 101,3 kPa é de 0,05 Gy/nC. Considere que o eletrômetro foi calibrado junto com a câmara de ionização e que a porcentagem de dose profunda (PDP) para esse campo a 10 cm de profundidade é 66,3%.



RASCUNHO
NÃO SERÁ
CONSIDERADO NA
CORREÇÃO



Residência Profissional 2025
1^a Fase – Provas: P1 Objetiva/P2 Dissertativa

0/0

1
1/100

