

TIPO

1

Endere

EXAME NACIONAL DE RESIDÊNCIA

EDIÇÃO 2026/2027

TARDE

MULTIPROFISSIONAL

FÍSICA MÉDICA

PROVA OBJETIVA – TIPO 1



SUA PROVA

- Além deste caderno de questões contendo **100 (cem)** questões objetivas, você receberá do fiscal de sala uma folha para a marcação das respostas.



TEMPO

- 5 horas** é o período disponível para a realização da prova, **já incluído o tempo para a marcação da folha de respostas.**
- 1 hora** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, **sem levar o caderno de questões nem qualquer tipo de anotação de suas respostas.**
- 30 minutos** antes do término do período de prova, é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões.**



NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova.
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja este caderno de questões.



INFORMAÇÕES GERAIS

- As questões objetivas têm cinco alternativas de resposta (A, B, C, D, E) e somente uma delas está correta.
- Verifique se este caderno de questões está completo e sem falhas de impressão. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências.
- Na folha de respostas, confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade, e leia atentamente as instruções para preencher a folha de respostas.
- Use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul.**
- Assine seu nome apenas no espaço reservado na folha de respostas.
- Confira o programa e o tipo do seu caderno de questões. Caso tenha recebido caderno de questões com programa ou tipo diferente do impresso em sua folha de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala.
- O preenchimento das respostas é de sua responsabilidade e não será permitida a substituição da folha de respostas em caso de erro.
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas na folha de respostas.
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.

Boa prova!



Conhecimentos Gerais

1

Para assegurar a integralidade dos cuidados, o Sistema Único de Saúde (SUS) organiza os seus serviços em regiões de saúde, articulando o acesso dos usuários entre diferentes municípios.

Sobre o acesso às ações e aos serviços de saúde nesse modelo, assinale a afirmativa correta.

- (A) Organiza-se pela livre procura e pela escolha do serviço pelo usuário.
- (B) Distribui-se em redes próprias e independentes para cada ente federativo.
- (C) Condiciona-se à capacidade instalada e à oferta do município de residência.
- (D) Concentra-se nos serviços municipais e abrange todos os níveis de atenção.
- (E) Inicia-se pelas portas de entrada e segue o percurso assistencial indicado.

2

Leia o trecho a seguir.

Em um hospital, enquanto os usuários relatam dificuldades para obter informações sobre seu cuidado, os trabalhadores, por sua vez, apontam que os fluxos de atendimento são definidos sem considerar os problemas enfrentados pelas equipes.

De acordo com a Política Nacional de Humanização, assinale a opção que indica a medida mais coerente da direção do hospital para enfrentar essa situação.

- (A) Criar espaços coletivos para pactuar mudanças no cuidado e no trabalho.
- (B) Adotar protocolos para padronizar as informações fornecidas aos usuários.
- (C) Ampliar a ouvidoria para registrar reclamações e produzir relatórios técnicos.
- (D) Reorganizar os fluxos de atendimento para reduzir a espera e aumentar a eficácia.
- (E) Capacitar as equipes para aperfeiçoar a comunicação com usuários e familiares.

3

Entre os atributos essenciais da Atenção Primária à Saúde, a *longitudinalidade* qualifica a relação estabelecida entre a equipe e a população atendida.

Esse atributo se caracteriza pela

- (A) manutenção do vínculo entre equipe e usuários, mesmo sem demanda imediata.
- (B) articulação do cuidado entre serviços, com circulação das informações clínicas.
- (C) utilização da unidade como referência inicial para novas necessidades de saúde.
- (D) oferta de ações compatíveis com as diferentes necessidades da população atendida.
- (E) consideração das condições familiares e comunitárias no planejamento das ações.

4

Sobre a Política Nacional de Vigilância em Saúde, que orienta a integração das ações no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), analise as afirmativas a seguir.

- I. Articula as vigilâncias epidemiológica, sanitária, ambiental e em saúde do trabalhador.
- II. Prioriza a identificação de doenças e agravos como eixo central das ações de vigilância.
- III. Integra as ações de vigilância às redes de atenção e às necessidades dos territórios.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

5

Realizada no contexto da Reforma Sanitária, a 8ª Conferência Nacional de Saúde, ocorrida em 1986, sistematizou propostas que orientaram os debates constituintes relativos às políticas de saúde.

Entre essas propostas, assinale a que serviu de base para o texto constitucional de 1988.

- (A) A unificação da previdência social e a ampliação da cobertura aos trabalhadores rurais.
- (B) O reconhecimento da saúde como direito e a criação de um sistema único e universal.
- (C) A integração dos serviços de saúde por convênios entre órgãos federais e estaduais.
- (D) A manutenção do acesso à assistência médica condicionado à vinculação previdenciária.
- (E) O fortalecimento da assistência médica individual e a ampliação da contratação de serviços privados.

6

A Política Nacional de Educação Permanente em Saúde propõe que a formação dos trabalhadores esteja vinculada às situações vivenciadas nos serviços.

Nessa perspectiva, a educação permanente caracteriza-se por

- (A) problematizar situações do trabalho para produzir mudanças nas práticas de saúde.
- (B) promover qualificações formais para adequar os profissionais às funções institucionais.
- (C) desenvolver cursos periódicos para ampliar os conhecimentos técnicos dos trabalhadores.
- (D) oferecer treinamentos específicos para corrigir dificuldades identificadas pela gestão.
- (E) organizar conteúdos previamente definidos para atualizar os procedimentos profissionais.

7

A Política Nacional de Saúde Integral da População Negra reconhece que o racismo pode operar tanto nas relações interpessoais quanto no funcionamento dos serviços.

Considerando especificamente sua dimensão institucional, o racismo caracteriza-se pela

- (A) atribuição das desigualdades de saúde às diferenças culturais entre os grupos atendidos.
- (B) diferenciação das condutas dos agentes segundo características raciais presumidas dos usuários.
- (C) reprodução de desvantagens por normas, rotinas e práticas que limitam o acesso e o cuidado.
- (D) organização de serviços específicos como resposta às necessidades da população negra.
- (E) concentração do problema em atitudes discriminatórias ocorridas durante os atendimentos.

8

Durante uma coleta de sangue, a profissional percebe que o recipiente para descarte de perfurocortantes está longe do local do procedimento. Após retirar a agulha, ela avalia como realizar o descarte de maneira segura.

Nesse contexto, de acordo com a Norma Regulamentadora nº 32, assinale a opção que apresenta a conduta adequada.

- (A) Dobrar a agulha com auxílio de instrumento e acondicioná-la junto aos resíduos infectantes.
- (B) Reencapar a agulha com uma das mãos e transportá-la até o recipiente de descarte disponível.
- (C) Manter o conjunto sobre a bandeja e descartá-lo após a conclusão dos demais atendimentos.
- (D) Solicitar a aproximação do recipiente e descartar o conjunto, sem reencapar ou desconectar a agulha.
- (E) Desconectar a agulha da seringa manualmente e descartar cada material no recipiente correspondente.

9

A cultura de segurança, no Programa Nacional de Segurança do Paciente, orienta a forma como as instituições lidam com os incidentes na assistência.

Com relação ao tema, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () A notificação de incidentes contribui para o aprendizado institucional e a melhoria dos processos.
- () A culpabilização individual do profissional contribui para a prevenção de novos incidentes.
- () A análise dos incidentes contribui para identificar fatores organizacionais e oportunidades de melhoria.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – V – F.
- (B) F – V – V.
- (C) V – F – F.
- (D) F – V – F.
- (E) V – F – V.

10

Nas Redes de Atenção à Saúde, os diferentes serviços devem atuar de maneira integrada para garantir a continuidade dos cuidados.

Nessa organização, os pontos de atenção mantêm relações

- (A) centralizadas e escalonadas, conforme a gravidade imediata de cada demanda.
- (B) autônomas e territoriais, conforme os limites administrativos de cada município.
- (C) especializadas e independentes, conforme os protocolos próprios de cada área.
- (D) horizontais e complementares, conforme as necessidades de cuidado dos usuários.
- (E) sucessivas e subordinadas, conforme a complexidade dos atendimentos oferecidos.

11

O Sistema Único de Saúde (SUS) é considerado uma das maiores políticas públicas de inclusão social do mundo. A partir da década de 1960, a incorporação das ciências sociais ao campo da saúde contribuiu para a formulação de novas concepções de cuidado. Posteriormente, os movimentos da Reforma Sanitária Brasileira, articulados às lutas pela redemocratização do país, impulsionaram mudanças na concepção, na organização e na gestão das políticas de saúde. Esse processo contribuiu para a construção das bases do sistema que seria instituído pela Constituição Federal de 1988.

Adaptado de <https://www.nexojornal.com.br/>

Considerando o processo histórico apresentado e os princípios que orientaram a Reforma Sanitária, assinale a afirmativa correta.

- (A) Propõe a ampliação do acesso à saúde como direito de cidadania, associada à construção de um sistema público de caráter universal e à superação da vinculação entre assistência e condição previdenciária.
- (B) Sustenta a participação da sociedade na formulação das políticas de saúde, mas preserva a vinculação do acesso aos serviços públicos à condição de trabalhador segurado pela Previdência Social.
- (C) Prioriza a assistência hospitalar individual, atribuindo às ações de promoção da saúde e prevenção de doenças papel complementar na organização dos serviços.
- (D) Propõe a ampliação do acesso aos serviços de saúde, mantendo, contudo, a centralização da gestão e do financiamento das ações na esfera federal.
- (E) Prioriza a coordenação federal das políticas de saúde, mantendo nos demais entes federativos funções essencialmente operacionais na execução dos serviços.

12

Se os valores e aspirações do Sistema Único de Saúde (SUS) foram estabelecidos na Constituição de 1988, seu conteúdo institucional teve como momento fundador a aprovação da Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.080/1990), que regula e operacionaliza o novo sistema de saúde, à qual seguiram-se diversas outras, que desenvolveram o arcabouço institucional do sistema pactuado em 1988.

Considerando o processo de institucionalização do Sistema Único de Saúde e o disposto nas Leis nº 8.080/1990 e nº 8.142/1990, analise as afirmativas a seguir.

- I. A Lei Orgânica da Saúde estabeleceu, entre as diretrizes do SUS, a descentralização político-administrativa e a regionalização da rede de serviços, além da criação dos Conselhos e das Conferências de Saúde como instâncias permanentes de participação da comunidade.
- II. A descentralização previa um sistema com maior protagonismo dos estados e municípios na provisão das ações e serviços de saúde e na tomada de decisões, com direção única em cada esfera de governo e distribuição de competências entre os diferentes níveis de governo.
- III. A participação da comunidade foi institucionalizada como componente da gestão do SUS, mediante a criação dos Conselhos e das Conferências de Saúde em cada esfera de governo, com atribuições relacionadas à participação na formulação de estratégias e no controle da execução da política de saúde.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

13

Sobre as Redes de Atenção à Saúde (RAS), conforme a concepção adotada no Sistema Único de Saúde (SUS), assinale a afirmativa correta.

- (A) Prestam serviços de saúde, com foco exclusivamente nos procedimentos hospitalares de alta complexidade.
- (B) Organizam os serviços de saúde em níveis independentes de atuação, sem necessidade de comunicação entre eles.
- (C) Substituem a Atenção Primária à Saúde pelos Serviços Especializados, como principal porta de entrada do sistema.
- (D) Integram as ações e os serviços de saúde sob diferentes pontos de atenção, com o objetivo de garantir cuidado contínuo e integral aos usuários.
- (E) Organizam os serviços de saúde dando autonomia aos seus componentes, priorizando o encaminhamento direto para procedimentos especializados.

14

Em um município, uma equipe de saúde identifica que pessoas que utilizam espaços públicos para moradia e subsistência encontram dificuldades para acessar os serviços de saúde e outras políticas públicas. A equipe decide discutir estratégias de atendimento articuladas com outros setores da rede de proteção social.

Considerando a Política Nacional para a População em Situação de Rua, instituída pelo Decreto nº 7.053/2009, assinale a opção que identifica corretamente a população a que essa política se destina.

- (A) Migrantes e imigrantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, especialmente aqueles que enfrentam dificuldades de acesso à moradia, ao trabalho e aos serviços públicos.
- (B) Pessoas que residem em abrigos ou instituições de acolhimento, independentemente de sua situação socioeconômica e de seus vínculos familiares ou comunitários.
- (C) Pessoas que utilizam as ruas e outros espaços públicos como espaço de moradia e/ou subsistência, em situação de pobreza e com vínculos familiares ou comunitários fragilizados ou interrompidos.
- (D) Comunidades quilombolas em situação de vulnerabilidade social, especialmente aquelas que enfrentam dificuldades de acesso às políticas públicas e aos serviços de proteção social.
- (E) Pessoas em situação de pobreza que não possuem residência própria, ainda que disponham de moradia regular e mantenham vínculos familiares e comunitários preservados.

15

Sobre a Estratégia Saúde da Família (ESF), de acordo com a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB), assinale a afirmativa correta.

- (A) Atua na assistência hospitalar, concentrando suas ações no tratamento de agravos de alta complexidade.
- (B) Desenvolve, graças à atuação de equipes multiprofissionais, ações de cuidado para a população de um território definido.
- (C) Realiza exclusivamente atividades de prevenção de doenças, encaminhando todas as demais demandas para os serviços especializados.
- (D) Presta atendimento apenas aos indivíduos previamente cadastrados na unidade, sendo vedado o acolhimento de usuários não adscritos ao território.
- (E) Substitui integralmente os demais pontos da Rede de Atenção à Saúde, tornando desnecessário o funcionamento dos serviços ambulatoriais especializados e dos hospitalares.

16

Sobre a Política Nacional de Humanização, que busca pôr em prática os princípios do SUS, assinale a afirmativa correta.

- (A) Retira a responsabilidade pelo cuidado nos tratamentos de saúde da rede sociofamiliar dos usuários dos serviços.
- (B) Dissocia a assistência em saúde da gestão, de modo que a tomada de decisão seja focada na necessidade do usuário.
- (C) Busca preservar a equipe de saúde ao impedir que o usuário de saúde compartilhe suas dores durante a internação em suas redes sociais.
- (D) Respeita a diretriz da clínica ampliada, de modo a ampliar os exames para o diagnóstico clínico, melhorando a análise técnica e fragmentada sobre o sujeito.
- (E) Busca transformar as relações de trabalho, ampliando o grau de contato e a comunicação entre as pessoas, tirando-as do isolamento e das relações de poder hierarquizadas.

17

A Política Nacional de Vigilância em Saúde, instituída pela Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018, é uma política pública essencial do SUS. Tem caráter universal, transversal e orientador do modelo de atenção nos territórios, sendo a sua gestão de responsabilidade exclusiva do poder público.

Nesse sentido, sobre as estratégias para a organização da Vigilância em Saúde, analise as afirmativas a seguir.

- I. Os processos de trabalho devem estar integrados com a atenção à saúde, sendo pautados pelo conhecimento das condições sociais e econômicas do território e organizados em diversas situações.
- II. Os processos de trabalho devem atender ao planejamento do Ministério da Saúde, com identificação das prioridades, com base na análise da situação de saúde, no mapeamento das atividades de produção, consumo e infraestrutura e no potencial impacto no território.
- III. A inserção da vigilância em saúde na Rede de Atenção à Saúde (RAS) deve contribuir para a construção de linhas de cuidado que agrupem doenças e agravos e determinantes de saúde, identificando riscos e situações de vulnerabilidade.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

18

Em uma unidade de saúde, a equipe percebe que pacientes com nomes semelhantes têm sido chamados apenas pelo primeiro nome, aumentando o risco de administração de medicamentos ou realização de procedimentos ao paciente errado.

De acordo com o Programa Nacional de Segurança do Paciente, assinale a opção que indica a medida mais adequada para enfrentar essa situação.

- (A) Implantar protocolo de identificação segura do paciente, utilizando pelo menos dois identificadores.
- (B) Reforçar a atenção dos profissionais durante a chamada dos pacientes.
- (C) Orientar os pacientes a confirmar verbalmente seu nome antes dos procedimentos.
- (D) Centralizar a conferência da identidade dos pacientes na equipe de enfermagem.
- (E) Registrar os casos de identificação incorreta para avaliação posterior pela gestão.

19

Diversos estudos destacam que o trabalho em equipe na saúde é fundamental para a melhoria da qualidade assistencial, segurança do paciente e integralidade do cuidado.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e estudos sobre Educação Interprofissional, as equipes que desenvolvem práticas colaborativas apresentam melhores resultados clínicos e maior satisfação dos usuários.

Sobre as práticas colaborativas efetivas em equipes multiprofissionais de saúde, assinale a afirmativa correta.

- (A) As decisões clínicas são centralizadas no profissional médico, cabendo aos demais membros da equipe executar as condutas definidas.
- (B) A comunicação entre os profissionais deve ocorrer apenas quando houver divergências técnicas que possam comprometer a assistência ao paciente.
- (C) O trabalho colaborativo exige que todos os profissionais possuam formação semelhante para reduzir conflitos e aumentar a eficiência assistencial.
- (D) Os profissionais compartilham o mesmo espaço físico de trabalho, mas realizam suas atividades de forma autônoma, preservando integralmente a autonomia de cada categoria profissional.
- (E) Os diferentes profissionais compartilham objetivos comuns, participam da tomada de decisão e reconhecem as competências específicas e complementares dos demais membros da equipe.

20

Em um hospital com leitos de terapia intensiva, a equipe responsável pela segurança do paciente identifica que diferentes profissionais adotam procedimentos distintos para prevenir eventos adversos. Além disso, alguns incidentes são registrados apenas informalmente e não são analisados pela instituição para identificar suas causas e prevenir novas ocorrências.

Considerando o Programa Nacional de Segurança do Paciente, assinale a opção que apresenta a medida mais adequada para enfrentar essa situação.

- (A) Implantar protocolos de segurança, fortalecer a notificação de incidentes e promover a gestão de riscos nos processos de cuidado.
- (B) Padronizar os procedimentos de segurança e concentrar na direção o acompanhamento dos incidentes identificados.
- (C) Priorizar a notificação dos eventos adversos que resultem em dano ao paciente e adotar medidas corretivas.
- (D) Orientar os profissionais sobre os riscos identificados e avaliar individualmente as condutas que resultem em incidentes.
- (E) Avaliar os incidentes após sua ocorrência e estabelecer medidas corretivas para evitar sua repetição.

Conhecimentos Específicos

Física Médica

21

Em um sistema de espectrometria com detector semicondutor, a carga elétrica produzida pela coleta dos pares elétron-buraco gerados pela interação da radiação com o cristal constitui o sinal primário do detector.

Na cadeia clássica de instrumentação nuclear, a principal função do pré-amplificador é

- (A) rejeitar pulsos decorrentes de empilhamento.
- (B) digitalizar os pulsos elétricos provenientes do detector.
- (C) discriminar eventos de baixa energia por meio de um limiar eletrônico.
- (D) classificar os pulsos de acordo com sua amplitude para formar o espectro de energia.
- (E) integrar a carga coletada e produzir um pulso de tensão proporcional à energia depositada.

22

Na determinação da dose absorvida na água utilizando uma câmara de ionização, a leitura do conjunto câmara-eletrômetro deve ser corrigida para as condições de referência especificadas pelo protocolo de dosimetria, antes da aplicação do coeficiente de calibração.

Considerando que a câmara de ionização e o eletrômetro foram calibrados conjuntamente pelo laboratório de calibração, a leitura bruta do eletrômetro deve ser corrigida pela(s):

- (A) correção de calibração do eletrômetro, apenas.
- (B) correções de polaridade e recombinação iônica, apenas.
- (C) correções de temperatura e pressão e de polaridade, apenas.
- (D) correções de temperatura e pressão, polaridade e recombinação iônica.
- (E) correções de temperatura e pressão, polaridade, recombinação iônica e calibração do eletrômetro.

23

Relacione os detectores listados a seguir, ao respectivo princípio físico de operação.

I. Câmara de ionização

II. Diodo de silício

III. Dosímetro termoluminescente

IV. Detector cintilador

- () A energia depositada por fótons gama em sinais luminosos é convertida em materiais cristalinos dopados, os quais são posteriormente transformados em sinais elétricos por tubos fotomultiplicadores ou fotodetectores semicondutores.
- () A energia depositada pela radiação fica armazenada em estados metaestáveis do material e é posteriormente liberada na forma de luz quando o detector é aquecido.
- () A radiação ionizante interage com o gás contido no volume sensível do detector, produzindo pares íon-elétron. Sob a ação de um campo elétrico aplicado entre os eletrodos, as cargas geradas são coletadas, produzindo uma corrente elétrica ou uma carga elétrica proporcional à energia depositada pela radiação no volume sensível.
- () A radiação ionizante promove a criação de pares elétron-lacuna em uma junção semicondutora polarizada, produzindo um sinal elétrico proporcional à energia depositada.

Assinale a opção que apresenta a relação correta, segundo a ordem apresentada.

- (A) I – II – III – IV.
- (B) IV – III – I – II.
- (C) II – III – I – IV.
- (D) IV – II – III – I.
- (E) II – I – IV – III.

24

Relacione os detectores listados a seguir, a uma de suas aplicações.

I. Câmara de ionização

II. Diodos de silício

III. Dosímetro termoluminescente

IV. Detector cintilador

- () Frequentemente utilizado em dosimetria relativa de feixes de radioterapia, verificações de constância do feixe e monitoramento de dose in vivo.
- () Amplamente empregado em sistemas de imagem de Medicina Nuclear, como câmaras gama e equipamentos SPECT.
- () Amplamente empregado em monitoração individual de trabalhadores ocupacionalmente expostos e em dosimetria ambiental.
- () Usado como instrumento de referência na dosimetria de feixes de radioterapia e em programas de calibração de detectores.

Assinale a opção que apresenta a relação correta, segundo a ordem apresentada.

- (A) I – II – III – IV.
- (B) IV – II – I – III.
- (C) II – IV – III – I.
- (D) III – II – I – IV.
- (E) II – I – IV – III.

25

Os detectores são caracterizados por diferentes propriedades que descrevem seu desempenho e sua capacidade de responder à radiação incidente.

Assinale a opção que apresenta a propriedade que é definida pela razão entre a variação do sinal de saída e a correspondente variação da grandeza de entrada.

- (A) Eficiência.
- (B) Exatidão.
- (C) Estabilidade.
- (D) Sensibilidade.
- (E) Reprodutibilidade.

26

A *protonterapia* tem sido cada vez mais utilizada no tratamento de tumores intracranianos, particularmente em pacientes pediátricos, devido à maior radiosensibilidade dos tecidos normais em desenvolvimento e ao risco de efeitos tardios da radiação.

A principal vantagem física dos feixes de prótons, em comparação com a radioterapia convencional com fótons, decorre do fato de que

- (A) depositam praticamente toda a energia na superfície do paciente, reduzindo a dose em tecidos profundos.
- (B) apresentam um pico de dose absorvida próximo ao final de seu alcance, reduzindo significativamente a dose além do volume-alvo.
- (C) sofrem menor espalhamento lateral nos tecidos, permitindo tratar tumores profundos independentemente da energia inicial do feixe.
- (D) apresentam um alcance praticamente independente da energia inicial, simplificando o planejamento da profundidade de tratamento.
- (E) depositam a dose de forma aproximadamente uniforme ao longo de todo o percurso no paciente, reduzindo a necessidade de múltiplos campos de tratamento.

27

O acidente radiológico de Goiânia, ocorrido em 1987, é considerado um dos mais graves eventos envolvendo fontes seladas de radiação ionizante já registrados.

Durante o acidente, indivíduos que apenas permaneceram próximos à fonte de Cs-137 receberam doses de radiação sem necessariamente entrar em contato com o material radioativo. Outros indivíduos manipularam o pó radioativo proveniente da fonte e, em alguns casos, incorporaram o radionuclídeo ao organismo.

Nessa situação, os dois grupos sofreram, respectivamente,

- (A) irradiação e ativação nuclear.
- (B) ativação nuclear e contaminação.
- (C) contaminação interna e irradiação.
- (D) irradiação e contaminação radioativa.
- (E) contaminação externa e contaminação interna.

28

A exposição (X) devida aos raios gama emitidos por uma fonte radioativa pode ser calculada por meio da relação:

$$X = \frac{\Gamma A t}{r^2}$$

Onde Γ é a constante da taxa de exposição de um radionuclídeo que emite fótons, A é a atividade da fonte, t é o tempo de exposição e r é a distância entre a fonte e a amostra.

A respeito aos parâmetros que influenciam a constante Γ , considere os itens a seguir.

- I – Energia dos fótons gama emitidos.
- II – Coeficiente mássico de absorção de energia no ar.
- III – Probabilidade de emissão dos fótons gama.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

29

A *dose absorvida* é a grandeza física definida como a energia média depositada pela radiação ionizante por unidade de massa do material irradiado.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), o gray (Gy) é equivalente a

- (A) J/g
- (B) J/kg
- (C) kg/J
- (D) erg/g
- (E) erg/kg

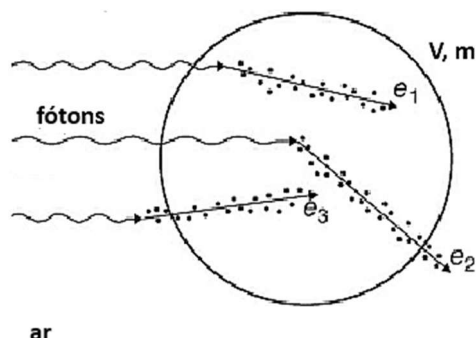
30

A grandeza não estocástica definida, para partículas não carregadas, como o quociente entre o valor esperado da energia transferida no volume finito V e a massa de um material contido neste volume, é o(a)

- (A) kerma.
- (B) fluência.
- (C) atividade.
- (D) exposição.
- (E) dose equivalente.

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.

A figura representa fótons incidentes, provenientes do ar, sobre um volume de interesse V , de massa m .



ANDREO, Pedro, et al. *Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry*. WILEY-VCH. (Adaptado)

31

Ao longo de sua trajetória, os fótons interagem e geram os elétrons secundários e_1 , e_2 e e_3 .

Com relação ao volume V , analise as afirmativas a seguir.

- I. As energias cinéticas dos elétrons secundários e_1 e e_2 são incluídas no kerma.
- II. A energia cinética do elétron e_3 , criado fora de V , contribui para o kerma.
- III. Somente a energia cedida ao meio (indicada pelos pequenos pontos) ao longo das trajetórias dos elétrons no interior de V contribuem para a dose absorvida.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

32

Em um meio irradiado por fótons, admitindo-se que as perdas radiativas dos elétrons sejam desprezíveis, a dose absorvida é igual ao kerma, quando se verifica a condição de equilíbrio

- (A) térmico.
- (B) de atenuação.
- (C) de fluência de fótons.
- (D) de partículas carregadas.
- (E) de partículas não carregadas.

33

Na avaliação das exposições à radiação ionizante, diferentes fatores de ponderação são utilizados para relacionar a dose absorvida às grandezas de proteção radiológica.

Assinale a opção que indica a finalidade do fator de ponderação da radiação.

- (A) Corrigir a dose absorvida em função da taxa de dose do feixe incidente.
- (B) Corrigir a dose absorvida em função da profundidade do tecido irradiado.
- (C) Corrigir a dose absorvida em função da heterogeneidade da deposição de energia no tecido irradiado.
- (D) Converter a exposição em dose absorvida, independentemente do tipo de radiação e do meio irradiado.
- (E) Ponderar a dose absorvida de acordo com o tipo e a energia da radiação, refletindo diferenças em sua eficácia biológica relativa.

34

Durante a rotina de um serviço de Física Médica, os resultados da monitoração individual dos trabalhadores ocupacionalmente expostos são registrados em termos de grandezas operacionais de proteção radiológica.

Essas grandezas são expressas, no Sistema Internacional de Unidades (SI), em

- (A) Gray (Gy).
- (B) Sievert (Sv).
- (C) Roentgen (R).
- (D) Becquerel (Bq).
- (E) Coulomb por quilograma (C/kg).

35

Para feixes de raios-X e gama, sob condições de equilíbrio eletrônico, a dose absorvida no ar pode ser obtida a partir da relação:

$$D_{ar} = 0,00876 \cdot Z$$

Nessa expressão, a grandeza Z corresponde à

- (A) kerma.
- (B) exposição.
- (C) dose efetiva.
- (D) dose equivalente.
- (E) fluência em energia.

36

O movimento dos planetas ao redor do Sol é descrito pelas leis de Kepler. A segunda lei, conhecida como lei das áreas, afirma que o segmento de reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

Na Mecânica Clássica, essa lei é uma consequência direta da conservação do(a)

- (A) trabalho.
- (B) momento linear.
- (C) energia mecânica.
- (D) momento angular.
- (E) momento de inércia.

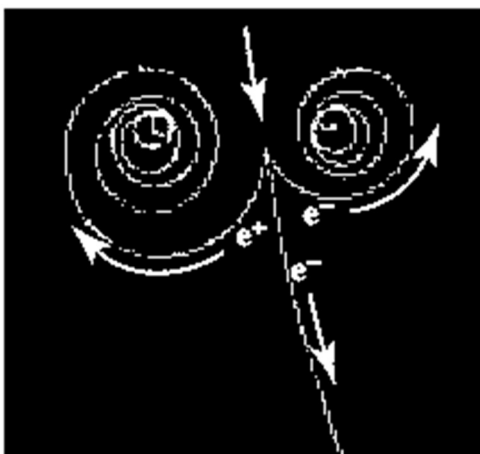
37

As linhas de campo elétrico são usadas para representar graficamente a direção e o sentido do campo elétrico produzido por distribuições de carga.

Considerando um plano idealmente infinito e uniformemente carregado positivamente, as linhas de campo elétrico são retas

- (A) paralelas entre si e ao plano, saindo do plano em ambos os lados.
- (B) paralelas entre si e ao plano, entrando no plano em ambos os lados.
- (C) perpendiculares entre si e ao plano, entrando no plano em ambos os lados.
- (D) paralelas entre si e perpendiculares ao plano, saindo do plano em ambos os lados.
- (E) paralelas entre si e perpendiculares ao plano, entrando no plano em ambos os lados.

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.



A figura apresenta as trajetórias de dois elétrons (e^-) e um pósitron (e^+) registradas em uma câmara de bolhas preenchida com hidrogênio líquido e submetida a um campo magnético uniforme. Nessa situação, um fóton interage com o meio produzindo um par elétron-pósitron e, simultaneamente, ejeta um elétron de um átomo de hidrogênio.

Fonte: Laboratório Lawrence Berkeley / Photo Researchers.

38

Com base na curvatura das trajetórias das partículas carregadas, a direção e o sentido do campo magnético são, respectivamente,

- (A) paralelo ao plano da figura, com sentido da esquerda para a direita.
- (B) paralelo ao plano da figura, com sentido da direita para a esquerda.
- (C) perpendicular ao plano da figura, com sentido para o interior da folha.
- (D) perpendicular ao plano da figura, com sentido para fora da folha.
- (E) na mesma direção e no mesmo sentido de propagação do fóton incidente.

39

Na figura, o elétron e o pósitron produzidos durante a interação do fóton com o meio descrevem trajetórias com raios de curvatura diferentes.

A diferença observada entre esses raios de curvatura deve-se ao fato de as partículas terem

- (A) massas diferentes.
- (B) cargas de mesmo sinal.
- (C) momentos lineares iguais.
- (D) momentos angulares iguais.
- (E) momentos lineares diferentes.

40

Os endoscópios flexíveis usam fibras ópticas para conduzir luz até o interior do corpo humano e transmitir a imagem da região examinada até o sistema de detecção. Esse funcionamento baseia-se no fenômeno da reflexão interna total, que mantém a luz confinada no núcleo da fibra óptica.

Com relação às condições necessárias para a ocorrência da reflexão interna total, analise as afirmativas a seguir.

- I. A luz deve propagar-se de um meio com maior índice de refração para outro com menor índice de refração.
- II. O ângulo de incidência na interface deve ser menor que o ângulo crítico.
- III. A reflexão interna total ocorre apenas quando a luz atravessa completamente a interface entre o núcleo e o revestimento da fibra óptica.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I e III, apenas.

41

Nuclídeos que possuem o mesmo número atômico (Z) e o mesmo número de massa (A), mas diferem apenas pelo estado de excitação nuclear, recebem a denominação de

- (A) isótonos estáveis.
- (B) isóbaros nucleares.
- (C) isômeros nucleares.
- (D) isótopos radioativos.
- (E) isodiáferos estáveis.

42

O *spin* é o momento angular intrínseco das partículas e constitui uma de suas propriedades quânticas fundamentais.

De acordo com o valor do *spin*, as partículas são classificadas em duas categorias. As partículas com *spin* inteiro são denominadas

- (A) quarks.
- (B) léptons.
- (C) bósons.
- (D) hádrons.
- (E) férmions.

43

Durante a manipulação de radiofármacos em um serviço de Medicina Nuclear, um trabalhador foi exposto acidentalmente a uma elevada dose de radiação ionizante em um curto intervalo de tempo. Após algumas horas, apresentou náuseas, vômitos e redução temporária da contagem de células sanguíneas.

Os efeitos observados nesse trabalhador são classificados como

- (A) efeitos determinísticos, pois apresentam dose limiar para sua ocorrência.
- (B) efeitos estocásticos, pois sua gravidade aumenta com a dose absorvida.
- (C) efeitos genéticos, pois se manifestam exclusivamente no indivíduo exposto.
- (D) efeitos hereditários, pois afetam diretamente as células somáticas irradiadas.
- (E) efeitos estocásticos, pois ocorrem independentemente da magnitude da dose recebida.

44

Em um sistema híbrido PET/CT, a fusão das imagens provenientes das duas modalidades permite combinar informações complementares.

Assinale a opção que descreve corretamente a contribuição de cada modalidade.

- (A) PET e CT fornecem exclusivamente informações funcionais.
- (B) PET e CT fornecem exclusivamente informações anatômicas.
- (C) PET fornece informações anatômicas e CT fornece informações funcionais.
- (D) PET fornece informações anatômicas e a CT fornece informações metabólicas.
- (E) PET fornece informações metabólicas e funcionais, enquanto a CT fornece informações anatômicas e de densidade eletrônica.

45

Na ultrassonografia, a escolha da frequência do transdutor representa um compromisso entre resolução espacial e profundidade de penetração.

Para a avaliação de estruturas superficiais, recomenda-se a utilização de um transdutor com frequência superior à empregada na avaliação de estruturas profundas, pois as frequências mais elevadas

- (A) eliminam o espalhamento acústico.
- (B) reduzem a atenuação das ondas ultrassônicas.
- (C) aumentam a velocidade de propagação do ultrassom nos tecidos.
- (D) aumentam simultaneamente a resolução espacial e a profundidade de penetração.
- (E) produzem feixes com menor comprimento de onda, melhorando a capacidade de separar espacialmente estruturas adjacentes.

46

Um hospital está avaliando a implantação de um novo protocolo de Medicina Nuclear para exames diagnósticos com radiofármacos.

Na análise do protocolo, concluiu-se que os benefícios clínicos para os pacientes superavam os riscos decorrentes da exposição à radiação ionizante. Além disso, foram adotadas medidas para manter as exposições ocupacionais e do público tão baixas quanto razoavelmente exequíveis, sem comprometer a qualidade diagnóstica dos exames.

A situação descrita exemplifica, respectivamente, os princípios da

- (A) justificação e da otimização.
- (B) intervenção e da otimização.
- (C) otimização e da limitação de dose.
- (D) justificação e da limitação de dose.
- (E) limitação de dose e da intervenção.

47

Na Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), a localização espacial da atividade do radiofármaco é obtida por meio da detecção em coincidência temporal entre eventos registrados pelos detectores do sistema.

Esse princípio corresponde ao registro de

- (A) radiação de frenagem gerada pela desaceleração dos pósitrons nos tecidos.
- (B) fótons característicos produzidos pela interação fotoelétrica nos detectores do sistema.
- (C) pares elétron-pósitron produzidos pela interação de fótons gama com o cristal detector.
- (D) fótons espalhados por efeito Compton no paciente, utilizados para determinar a profundidade da interação.
- (E) dois fótons de 511 keV emitidos em direções aproximadamente opostas provenientes da aniquilação pósitron-elétron.

48

Desde o início do conflito entre Rússia e Ucrânia, diversas instalações nucleares passaram a operar sob condições de maior vulnerabilidade em decorrência de ações militares. Ataques nas proximidades de usinas nucleares, interrupções temporárias no fornecimento de energia elétrica externa e danos a infraestruturas essenciais intensificaram a preocupação da comunidade internacional quanto à possibilidade de acidentes radiológicos ou nucleares.

Nesse contexto, a perda prolongada dos sistemas de resfriamento de um reator nuclear pode resultar em

- (A) redução da atividade dos produtos de fissão devido à ausência de circulação do fluido refrigerante.
- (B) aumento da reatividade do núcleo devido à redução da absorção de nêutrons pelo combustível.
- (C) superaquecimento do combustível, com possível fusão do núcleo e liberação de material radioativo.
- (D) vaporização do fluido refrigerante, eliminando completamente o aquecimento do combustível nuclear.
- (E) interrupção imediata das reações de decaimento dos produtos de fissão, reduzindo rapidamente a geração de calor residual.

49

A emissão de pósitrons (β^+) é um modo de decaimento radioativo pelo qual núcleos instáveis tendem a atingir uma configuração de maior estabilidade.

Esse tipo de decaimento ocorre em radionuclídeos que apresentam, em relação à condição de estabilidade nuclear, excesso de

- (A) prótons.
- (B) elétrons.
- (C) nêutrons.
- (D) neutrinos.
- (E) partículas alfa.

50

Após a administração terapêutica de iodo-131, pacientes recebem recomendações temporárias relacionadas ao contato com outras pessoas, à higiene pessoal e ao manejo de excretas. Essas medidas são adotadas com o objetivo de

- (A) reduzir a meia-vida efetiva do iodo-131 no organismo do paciente.
- (B) reduzir a absorção de radiação pelo próprio paciente durante o período de eliminação do radiofármaco.
- (C) minimizar a exposição de terceiros à radiação emitida pelo paciente e à contaminação por suas excretas.
- (D) diminuir a atividade do iodo-131 no organismo por meio de medidas que acelerem seu decaimento radioativo.
- (E) evitar que pessoas próximas adquiram radioatividade em decorrência da exposição à radiação emitida pelo paciente.

51

Durante a aquisição de imagens em tomografia computadorizada, o efeito de volume parcial pode comprometer a identificação de estruturas pequenas ou interfaces entre tecidos de diferentes densidades.

Para minimizar esse efeito, deve-se

- (A) empregar voxels maiores.
- (B) utilizar cortes com menor espessura.
- (C) aumentar o número de projeções adquiridas por rotação.
- (D) corrigir os artefatos gerados pelo endurecimento do feixe.
- (E) reduzir o espalhamento Compton por colimação adicional.

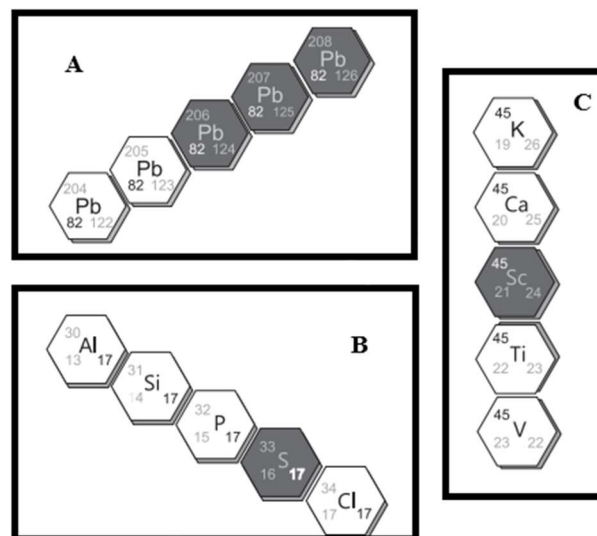
52

Assinale a opção que indica, em comparação com a tomografia computadorizada convencional, a principal contribuição da tomografia computadorizada quadridimensional (TC 4D).

- (A) Reduz a espessura dos cortes reconstruídos.
- (B) Reduz a dose absorvida pelo paciente devido à aquisição mais rápida.
- (C) Elimina os efeitos de volume parcial por meio da aquisição dinâmica.
- (D) Aumenta a resolução espacial através da redução do tamanho dos elementos detectores.
- (E) Incorpora a informação temporal, permitindo a avaliação do movimento das estruturas anatômicas.

53

A figura apresenta um trecho do diagrama de núclídeos, no qual os núclídeos estáveis estão representados em cinza e, os radioativos, em branco.



Os núclídeos pertencentes aos grupos A, B e C são classificados, respectivamente, como

- (A) isótonos, isótopos e isóbaros.
- (B) isótopos, isótonos e isóbaros.
- (C) isômeros, isótopos e isóbaros.
- (D) isótopos, isóbaros e isótonos.
- (E) Isóbaros, isótonos e isômeros.

54

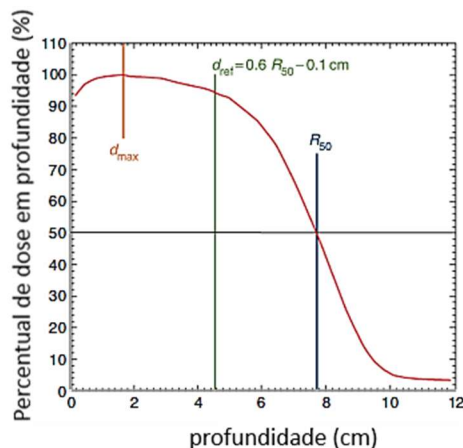
A Camada Semirredutora (HVL) é um parâmetro que pode ser utilizado para caracterizar a qualidade de um feixe de raios-X.

Um aumento do seu valor indica que o feixe apresenta

- (A) maior intensidade.
- (B) menor energia média.
- (C) menor fluência de fótons.
- (D) maior resolução espacial.
- (E) maior poder de penetração.

55

A figura apresenta a curva de Percentual de Dose em Profundidade (PDP), medida em água para um feixe clínico de elétrons em condições de referência.



Adaptado de *The Physics of Radiation Therapy*, Faiz M. Khan & John P. Gibbons, *fifth edition*. Wolters Kluwer.

Com base na curva apresentada, assinale a opção que indica o valor aproximado do parâmetro usado na especificação da qualidade do feixe clínico de elétrons, em centímetros.

- (A) 0,1.
- (B) 1,7.
- (C) 4,5.
- (D) 7,7.
- (E) 10,0.

56

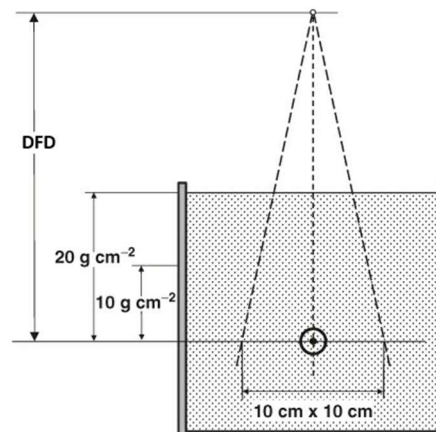
No tubo de raios X, apenas uma pequena fração da energia cinética dos elétrons incidentes no alvo é convertida em radiação X.

A maior parte dessa energia é convertida em

- (A) calor.
- (B) partículas alfa.
- (C) radiação gama.
- (D) radiação ultravioleta.
- (E) elétrons secundários.

57

A figura ilustra o arranjo experimental utilizado para determinar o parâmetro empregado na especificação da qualidade de feixes de fótons de alta energia em radioterapia.



Adaptado do IAEA TRS-398, Andreo *et al.* (2000).

Considere que a distância fonte-detector (DFD) é mantida em 100 cm, que as medições são realizadas em um simulador de água nas profundidades de 10 cm e 20 cm e que o tamanho do campo na posição do detector é de 10 cm x 10 cm.

Nessas condições, a grandeza determinada por esse procedimento experimental corresponde ao(à)

- (A) TAR (Razão Tecido-Ar).
- (B) SAR (Razão Espalhamento-Ar).
- (C) TPR_{20,10} (Razão Tecido-Fantoma).
- (D) TMR_{20,10} (Razão Tecido Máximo).
- (E) PDP (Perfil de Dose em Profundidade).

58

Ao analisar o campo elétrico produzido por uma carga puntiforme, um aluno concluiu que, como a intensidade do campo diminui com o quadrado da distância à carga, o fluxo elétrico através de qualquer superfície esférica centrada nessa carga também deve diminuir à medida que o raio da superfície aumenta.

De acordo com a Lei de Gauss, essa conclusão está

- (A) incorreta, pois o fluxo elétrico é determinado pela energia potencial elétrica armazenada no campo.
- (B) correta, pois o aumento da área da superfície não compensa a redução da intensidade do campo elétrico.
- (C) incorreta, pois o fluxo elétrico depende da diferença de potencial entre a carga e a superfície considerada.
- (D) correta, pois o fluxo elétrico é diretamente proporcional ao módulo do campo elétrico em cada ponto da superfície
- (E) incorreta, pois o fluxo elétrico depende apenas da carga elétrica total envolvida pela superfície, independentemente de seu raio.

59

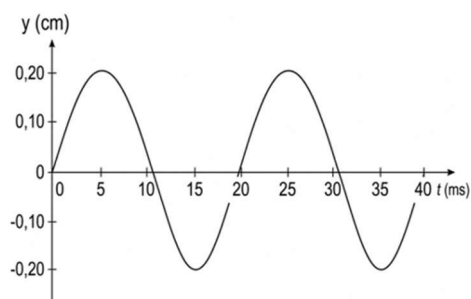
A massa relativística de uma partícula m , com velocidade v , está relacionada à sua massa de repouso m_0 , quando $v = 0$, por meio da seguinte relação:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

Definindo c como a velocidade da luz no vácuo, o parâmetro β corresponde a

- (A) $c.v$
 (B) $\frac{v_0}{c}$
 (C) $\frac{c}{v_0}$
 (D) $\frac{v}{c}$
 (E) $\frac{c}{v}$

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.



A figura apresenta o perfil espacial de uma onda transversal em um determinado instante, que se propaga ao longo de uma corda tracionada no sentido positivo do eixo (t).

60

Com base na figura, a amplitude da onda, em centímetros, e o seu período, em segundos, são, respectivamente,

- (A) 0,10 e 10.
 (B) 0,10 e 20.
 (C) 0,20 e 20.
 (D) 0,10 e 0,02.
 (E) 0,20 e 0,02.

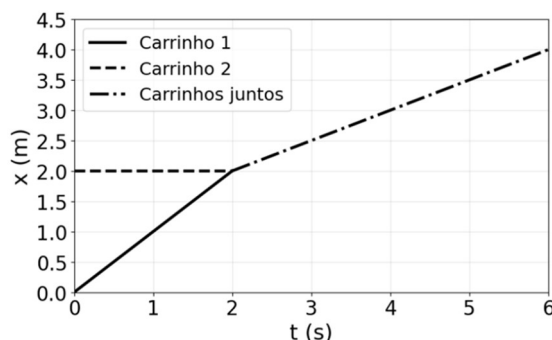
61

Considerando que a velocidade de propagação da onda na corda é de 4 m/s, o comprimento de onda, expresso em metros, é de

- (A) 0,08
 (B) 0,2
 (C) 0,4
 (D) 20
 (E) 80

62

Dois carrinhos de massa m_1 e m_2 movem-se sobre uma superfície horizontal de atrito desprezível. Após a colisão, os carrinhos permanecem unidos e passam a se mover juntos.



De acordo com o gráfico, é correto afirmar que

- (A) $m_1 = \frac{1}{4} m_2$.
 (B) $m_1 = \frac{1}{2} m_2$.
 (C) $m_1 = m_2$.
 (D) $m_1 = 2 m_2$.
 (E) $m_1 = 4 m_2$.

63

A posição de uma partícula, que se move ao longo do eixo x , é descrita pela expressão:

$$x = 2 - 10t + t^3$$

Assinale a opção que indica a expressão correspondente à aceleração da partícula.

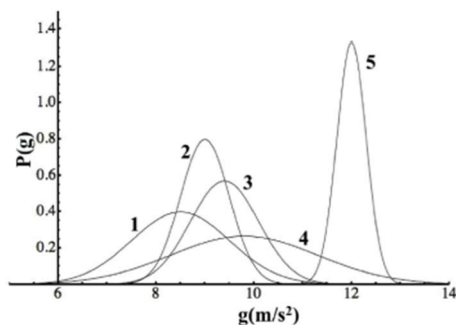
- (A) $a = 2 - 10t + 3t^2$.
 (B) $a = -10t + 3t^2$.
 (C) $a = -10 + 3t^2$.
 (D) $a = -10 + 6t$.
 (E) $a = 6t$.

64

No regime de pequenas oscilações, o período de um pêndulo simples aumenta quando

- (A) o comprimento do pêndulo é aumentado.
 (B) o comprimento do pêndulo é diminuído.
 (C) a massa do corpo suspenso é aumentada.
 (D) a massa do corpo suspenso é diminuída.
 (E) a amplitude angular inicial é aumentada, mantendo-se no regime de pequenas oscilações.

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.



Conforme ilustrado na figura, a aceleração da gravidade em um laboratório foi determinada por cinco métodos experimentais distintos, identificados pelos números de 1 a 5. Para cada método, os resultados obtidos foram analisados estatisticamente e foram ajustados por curvas Gaussianas.

Considere como valor de referência $g = (9,8 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$.

65

Com base nas distribuições apresentadas, assinale a opção que apresenta a ordem crescente de precisão dos métodos.

- (A) 4, 1, 3, 2, 5.
- (B) 5, 2, 3, 1, 4.
- (C) 3, 2, 4, 5, 1.
- (D) 5, 1, 2, 3, 4.
- (E) 5, 2, 1, 3, 4.

66

Indique o método que forneceu a determinação menos exata da aceleração da gravidade.

- (A) 1.
- (B) 2.
- (C) 3.
- (D) 4.
- (E) 5.

67

Para avaliar a estabilidade de uma fonte de tensão contínua, foram realizadas 100 medições da tensão de saída utilizando o mesmo instrumento de medida.

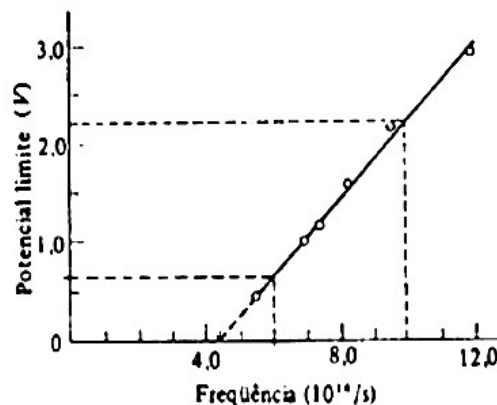
A distribuição dos valores obtidos foi ajustada por uma função gaussiana, resultando em um valor médio de 12,00 V e um desvio padrão de 0,02 V.

Se a 101ª medida for realizada, existe, aproximadamente,

- (A) 68% de probabilidade que o valor obtido esteja no intervalo $U = (12,00 \pm 0,06) \text{ V}$.
- (B) 68% de probabilidade que o valor obtido esteja no intervalo $U = (12,00 \pm 0,04) \text{ V}$.
- (C) 95% de probabilidade que o valor obtido esteja no intervalo $U = (12,00 \pm 0,06) \text{ V}$.
- (D) 95% de probabilidade que o valor obtido esteja no intervalo $U = (12,00 \pm 0,04) \text{ V}$.
- (E) 99,7% de probabilidade que o valor obtido esteja no intervalo $U = (12,00 \pm 0,02) \text{ V}$.

68

O gráfico apresenta os resultados experimentais obtidos por Millikan durante seus estudos sobre o efeito fotoelétrico, trabalho que contribuiu para a concessão do Prêmio Nobel de Física, em 1923.



Adaptado de Física Quântica, Eisberg & Resnick. Editora Campos.

Com base nos dados apresentados, o valor aproximado da frequência limiar do efeito fotoelétrico, em Hz, é

- (A) 0.
- (B) $4,39 \times 10^{14}$.
- (C) $6,00 \times 10^{14}$.
- (D) $8,00 \times 10^{14}$.
- (E) $10,0 \times 10^{14}$.

69

Sobre o princípio da incerteza de Heisenberg, analise as afirmativas a seguir.

- I. O princípio, para uma das componentes, é expresso por $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar/2$, em que Δx é a incerteza na posição e Δp_x é a incerteza na quantidade de movimento.
- II. É possível melhorar a precisão das medidas de Δx e Δp_x usando instrumentos mais sofisticados.
- III. Se conhecemos p_x exatamente, não é possível saber nada a respeito de x .

Está correto o que se afirma em

- (A) III, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

70

Ao resolver a equação de Schrödinger para uma partícula confinada em um poço de potencial infinito unidimensional, verifica-se que a energia do estado fundamental é diferente de zero.

Esse resultado, conhecido como energia de ponto zero, é consequência da

- (A) conservação da energia potencial no interior do poço.
- (B) ação de uma força constante exercida pelas paredes do poço.
- (C) interação gravitacional entre a partícula e o poço de potencial.
- (D) carga elétrica da partícula, que impede a existência de energia nula.
- (E) impossibilidade de a partícula permanecer em repouso absoluto sem violar o princípio da incerteza.

71

Segundo o formalismo da Mecânica Quântica, o valor esperado da posição de uma partícula cujo estado é descrito pela função de onda normalizada $\Psi(x, t)$, é dado por

- (A) $\int_{-\infty}^{\infty} x \Psi(x, t) dx$
 (B) $\int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, t) \Psi(x, t) dx$
 (C) $\int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, t) x \Psi(x, t) dx$
 (D) $\int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, t) x^2 \Psi(x, t) dx$
 (E) $|\int_{-\infty}^{\infty} x \Psi(x, t) dx|^2$

72

A descrição clássica da radiação de corpo negro previa uma divergência da densidade espectral de energia para frequências elevadas, em desacordo com os resultados experimentais, fenômeno conhecido como catástrofe do ultravioleta.

Assinale a opção que apresenta o princípio fundamental da hipótese formulada por Max Planck para explicar esse comportamento.

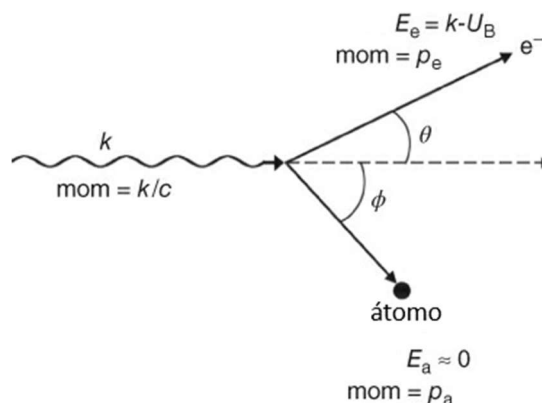
- (A) A energia da radiação emitida por um corpo negro é contínua, sendo limitada apenas pela temperatura do material emissor.
 (B) A emissão e a absorção de energia pela matéria ocorrem em quantidades discretas (*quanta*), proporcionais à frequência da radiação.
 (C) A radiação emitida por um corpo negro resulta exclusivamente da emissão de elétrons livres presentes na superfície do material.
 (D) A velocidade de propagação da radiação eletromagnética varia com sua frequência, limitando naturalmente a energia emitida em altas frequências.
 (E) A intensidade da radiação emitida por um corpo negro diminui em altas frequências devido ao aumento da absorção da radiação pelo próprio material.

73

A figura ilustra, de forma esquemática, a cinemática da interação entre um fóton e um elétron ligado a um átomo.

Um fóton de energia k , incidente pela esquerda, é completamente absorvido por um elétron ligado a um átomo com energia de ligação U_B . O fóton desaparece, transferindo energia cinética ($k - U_B$) ao elétron, que é ejetado formando um ângulo θ em relação à direção de incidência do fóton.

Para conservar a quantidade de movimento, o restante do átomo sofre um recuo, movendo-se em um ângulo ϕ . A energia cinética de recuo do átomo é praticamente nula.



ANDREO, Pedro, et al. *Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry*. WILEY-VCH. (Adaptado)

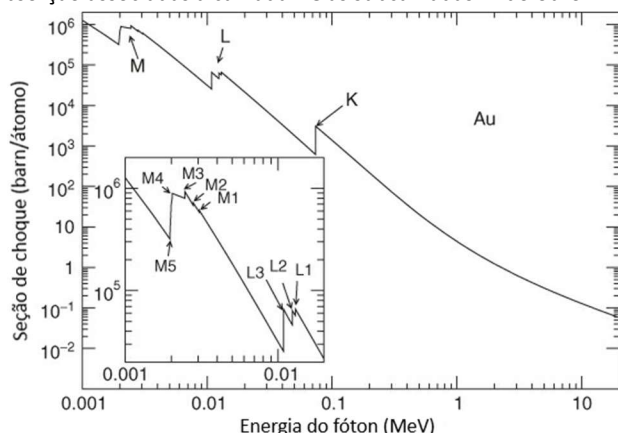
O processo de interação entre a radiação e a matéria descrito, corresponde ao(à)

- (A) efeito fotoelétrico.
 (B) produção de pares.
 (C) espalhamento Rayleigh.
 (D) espalhamento Compton.
 (E) espalhamento Thomson.

74

O gráfico apresenta a variação da seção de choque total do efeito fotoelétrico para o ouro (Au), em função da energia dos fótons incidentes.

A ampliação da região de baixas energias destaca as bordas de absorção associadas à camada L e às subcamadas M do ouro.



ANDREO, Pedro, et al. *Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry*. WILEY-VCH. (Adaptado)

Na figura, as descontinuidades (bordas de absorção) ocorrem quando a energia do fóton incidente ultrapassa a energia de ligação dos elétrons de uma determinada camada eletrônica. Nessas condições, os saltos observados estão associados à ejeção de

- (A) nêutrons do núcleo atômico.
- (B) elétrons da camada de valência.
- (C) pares elétron-pósitron do átomo.
- (D) elétrons de camadas internas do átomo.
- (E) elétrons de camadas externas do átomo.

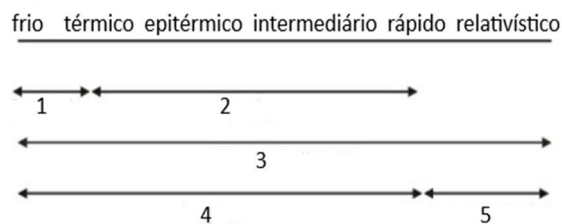
75

Assinale a opção que indica a grandeza macroscópica que representa a fração da energia dos fótons transferida às partículas carregadas e efetivamente absorvida localmente no meio, excluindo as perdas radiativas dessas partículas.

- (A) poder de freamento colisional.
- (B) transferência linear de energia.
- (C) coeficiente linear de atenuação.
- (D) coeficiente mássico de absorção de energia.
- (E) coeficiente mássico de transferência de energia.

76

A figura apresenta os principais mecanismos de interação de nêutrons em diferentes faixas de energia. Em aplicações médicas, destacam-se os nêutrons térmicos, epitérmicos, de energia intermediária e rápidos.



Considerando a classificação apresentada na figura, os números 1 a 5 representam, respectivamente,

- (A) captura, efeito fotoelétrico, espalhamento elástico, produção de pares e fissão.
- (B) espalhamento elástico, captura, espalhamento inelástico, fissão e difração.
- (C) produção de pares, espalhamento elástico, difração, efeito fotoelétrico e captura.
- (D) difração, fissão, espalhamento elástico, captura e espalhamento inelástico.
- (E) espalhamento Compton, espalhamento inelástico, captura, fluorescência e fissão.

77

O livre caminho médio corresponde à distância média percorrida por uma partícula antes de sofrer uma interação com o meio.

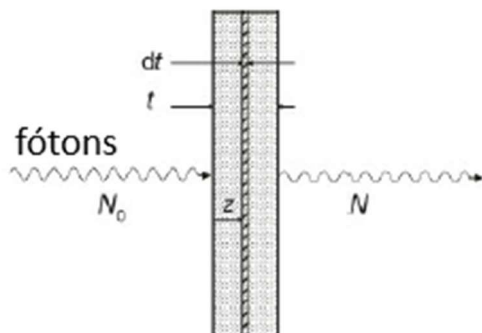
Essa grandeza é definida como o inverso da seção de choque macroscópica total ou da grandeza macroscópica equivalente que descreve a probabilidade de interação.

Esse conceito aplica-se a

- (A) fótons, somente.
- (B) nêutrons, somente.
- (C) partículas carregadas, somente.
- (D) partículas não carregadas, somente.
- (E) todos os tipos de partículas, carregadas e não carregadas.

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.

Considere um feixe de fótons paralelo e monoenergético formado por um grande número N_0 de partículas eletricamente neutras, incidindo perpendicularmente sobre uma fatia de material de espessura t , como mostrado na figura.



Para esse caso idealizado, considere que cada partícula, ao interagir, é totalmente absorvida em uma única interação, não gerando radiação secundária ou que ela atravesse integralmente a placa de material, mantendo inalteradas sua energia e sua direção de propagação.

N é o número de partículas que atravessam o material sem interagir e dt é a espessura infinitesimal.

Considere que $1/e=0,368$.

78

Considerando que μ é o coeficiente de atenuação linear, assinale a opção que indica como a lei de atenuação exponencial pode ser escrita.

- (A) $N_0 = Ne^{-\mu z}$
- (B) $N = N_0 e^{\mu z}$
- (C) $N_0 = Ne^{-\mu t}$
- (D) $N_0 = Ne^{\mu t}$
- (E) $N = N_0 e^{-\mu t}$

79

Considere um feixe monoenergético submetido à atenuação exponencial. Após atravessar uma espessura correspondente a dois livres caminhos médios, a redução aproximada da intensidade do feixe, em relação ao seu valor inicial, em %, é de

- (A) $< 0,1$.
- (B) < 1 .
- (C) 5.
- (D) 14.
- (E) 37.

80

Em experimentos realizados com geometria de feixe largo, a radiação espalhada pela amostra pode contribuir para o sinal registrado pelo detector.

Assinale a opção que indica uma das estratégias empregadas para minimizar esse efeito.

- (A) Aumentar o volume da amostra irradiada.
- (B) Aproximar o detector da amostra irradiada.
- (C) Diminuir a distância entre a fonte e a amostra.
- (D) Diminuir a distância entre a fonte e o detector.
- (E) Aumentar o ângulo sólido definido entre a fonte e o detector.

81

No decaimento alfa, um núcleo atômico emite espontaneamente uma partícula alfa. Embora a energia dessa partícula seja inferior à altura da barreira de potencial coulombiana que a confina no interior do núcleo, a emissão ainda pode ocorrer.

Assinale a opção que apresenta o fenômeno que explica esse processo.

- (A) A emissão estimulada.
- (B) A reflexão total interna.
- (C) A difração de partículas.
- (D) O tunelamento quântico.
- (E) A interferência quântica.

82

O funcionamento dos detectores semicondutores utilizados em Física Médica é compreendido a partir da descrição quântica dos elétrons em um cristal.

Considerando a solução da equação de Schrödinger para um potencial periódico, conclui-se que

- (A) o comportamento eletrônico do cristal pode ser descrito pela Mecânica Clássica.
- (B) o potencial periódico elimina completamente a quantização dos estados eletrônicos.
- (C) todos os elétrons permanecem confinados em níveis atômicos discretos independentes.
- (D) as bandas de energia surgem exclusivamente devido à interação da radiação com o detector.
- (E) os estados eletrônicos organizam-se em bandas de energia permitidas separadas por bandas proibidas, descritas pelas funções de Bloch.

83

De acordo com a norma ANSN NN 3.01 (Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica), a justificação das exposições médicas deve ser considerada em três níveis distintos.

Sobre o tema, analise as afirmativas a seguir.

- I. Toda exposição médica deve ser justificada, de modo que os benefícios esperados do procedimento diagnóstico ou terapêutico superem os riscos decorrentes da exposição à radiação.
- II. A adoção de um procedimento radiológico deve ser previamente justificada por órgãos competentes e autoridades de saúde, demonstrando que seus benefícios superam os de técnicas alternativas que não utilizam radiação ionizante.
- III. A indicação de um procedimento radiológico para um paciente específico deve considerar suas características individuais, condições clínicas e histórico dos procedimentos radiológicos.

Está correto o que se afirma em

- (A) II, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

84

O princípio físico da Ressonância Magnética baseia-se na interação entre o momento magnético dos núcleos atômicos e um campo magnético externo.

Essa interação remove a degenerescência dos estados de *spin*, produzindo uma separação entre seus níveis de energia. A diferença de energia entre esses estados é diretamente proporcional à intensidade do campo magnético aplicado.

Esse desdobramento dos níveis de energia, induzido pelo campo magnético, é denominado efeito

- (A) Auger.
- (B) Raman.
- (C) Zeeman.
- (D) Compton.
- (E) Cerenkov.

85

Para uma partícula carregada acelerada, os campos elétrico e magnético não estáticos não conseguem se ajustar de forma que nenhuma energia seja irradiada pela partícula.

Como resultado, uma partícula carregada acelerada ou desacelerada emite parte de sua energia cinética na forma de fótons, produzindo

- (A) radiação de freamento.
- (B) raios-X característicos.
- (C) radiação nuclear.
- (D) espalhamento.
- (E) fluorescência.

86

A luz síncrotron é uma radiação eletromagnética de elevado brilho e amplo espectro, que pode abranger desde o infravermelho até os raios-X.

Ela é produzida quando as partículas carregadas

- (A) são absorvidas por núcleos atômicos.
- (B) sofrem decaimento radioativo espontâneo.
- (C) colidem elasticamente com outras partículas.
- (D) sofrem transições entre níveis eletrônicos de um átomo.
- (E) descrevem trajetórias curvas sob a ação de campos magnéticos.

87

Todo corpo com temperatura superior ao zero absoluto emite radiação eletromagnética, cuja distribuição espectral depende da sua temperatura. Para corpos em temperaturas próximas à ambiente, a maior parte dessa radiação é emitida na região do infravermelho.

Os detectores infravermelhos medem essa radiação e estimam a temperatura do objeto com base na Lei de

- (A) Stefan-Boltzmann.
- (B) Beer-Lambert.
- (C) Planck.
- (D) Bragg.
- (E) Wien.

88

Em dosimetria de feixes de fótons de megavoltagem, câmaras de ionização podem ser utilizadas com uma capa de *build-up* de espessura apropriada.

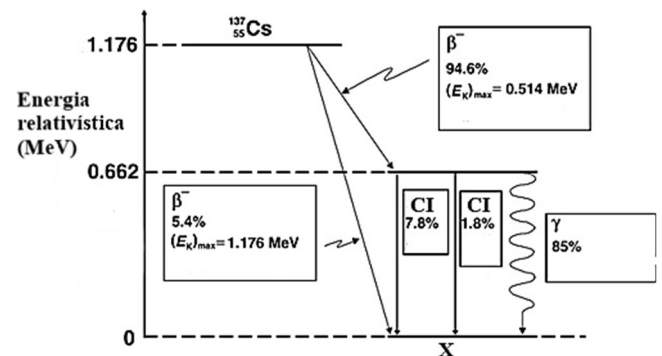
A principal função dessa capa é

- (A) reproduzir a atenuação que ocorreria em profundidade na água, permitindo que a câmara meça diretamente a dose absorvida nesse meio.
- (B) compensar a dependência angular da câmara por meio da absorção dos elétrons retroespalhados provenientes do ambiente.
- (C) proporcionar condições para o estabelecimento do equilíbrio de partículas carregadas ao redor da cavidade, relacionando a ionização medida ao kerma colisional.
- (D) aumentar a fração de fótons que interagem na cavidade sensível, elevando a eficiência de detecção da câmara.
- (E) garantir que toda a energia transferida pelos fótons seja absorvida na cavidade da câmara, independentemente da energia do feixe.

Atenção: A figura está relacionada às duas questões a seguir.

A figura apresenta, de forma esquemática, o esquema de decaimento radioativo do radionuclídeo $^{137}_{55}\text{Cs}$.

No diagrama, a sigla CI representa o processo de conversão interna.



89

Com base no esquema de decaimento radioativo apresentado, o elemento químico representado por X corresponde ao

- (A) Ba_{54}^{137}
- (B) Ba_{55}^{137}
- (C) Ba_{56}^{137}
- (D) Ba_{55}^{136}
- (E) Ba_{56}^{136}

90

A emissão gama e a conversão interna são dois mecanismos concorrentes de desexcitação nuclear. Ambos ocorrem quando um núcleo está em um estado excitado e deseja atingir um estado de menor energia, mas o fazem de maneiras diferentes.

Considerando o núcleo após a ocorrência de um desses processos, em relação ao número atômico (Z), ao número de massa (A) e ao número de nêutrons (n), assinale a afirmativa correta.

- (A) Z , A e n permanecem constantes em ambos os processos.
- (B) Z diminui e A permanece constante em ambos os processos.
- (C) A permanece constante, mas n aumenta na conversão interna.
- (D) Z permanece constante, mas n aumenta na conversão interna.
- (E) A permanece constante, mas Z e n diminuem em ambos os processos.

91

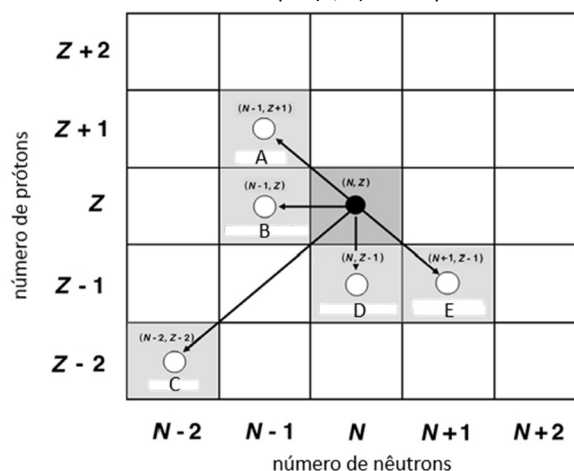
Uma corda homogênea de comprimento L , fixa em ambas as extremidades, oscila no terceiro modo normal de vibração.

O valor do comprimento de onda (λ) para esse modo de vibração é

- (A) $3L$
- (B) $\frac{3L}{2}$
- (C) $\frac{L}{3}$
- (D) $\frac{2L}{3}$
- (E) $2L$

92

A figura apresenta, de forma esquemática, os possíveis caminhos de decaimento de um nuclídeo pai (N, Z) no Mapa de Nuclídeos.



SPRINGER, Podgorsak. *Radiation Physics for Medical Physicist*. (Adaptado)

O nuclídeo inicial, representado por um círculo preto preenchido, ocupa a posição central do diagrama, enquanto os possíveis nuclídeos filhos, resultantes dos diferentes modos de decaimento radioativo, são indicados por círculos brancos.

Associe os processos de decaimento listados a seguir, às letras mostradas no mapa (A, B, C, D e E).

- I – Emissão de nêutron
- II – Decaimento alfa
- III – Decaimento β^-
- IV – Decaimento β^+
- V – Emissão de próton

Assinale a opção que indica a relação correta, na ordem apresentada.

- (A) I – B, II – C, III – E, IV – D, V – A.
- (B) I – D, II – B, III – E, IV – A, V – C.
- (C) I – D, II – C, III – A, IV – E, V – B.
- (D) I – B, II – C, III – A, IV – E, V – D.
- (E) I – C, II – B, III – E, IV – A, V – D.

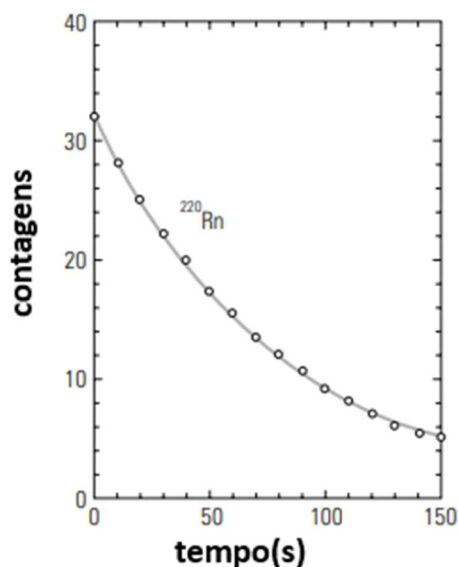
93

A existência de radioisótopos de um mesmo elemento químico é consequência de diferenças na composição de seus núcleos. Assim, os átomos desse elemento podem apresentar

- (A) diferentes números de prótons e elétrons.
- (B) diferentes números atômicos e o mesmo número de massa.
- (C) o mesmo número de massa e diferentes números de prótons.
- (D) o mesmo número de prótons e diferentes números de nêutrons.
- (E) o mesmo número de nêutrons e diferentes números de prótons.

94

A figura apresenta a taxa de contagem registrada para uma amostra de Rn^{220} em função do tempo.



Admitindo que a taxa de contagem seja proporcional à atividade da amostra, a meia-vida física desse radionuclídeo, aproximadamente, em segundos, é igual a

- (A) 15.
- (B) 25.
- (C) 35.
- (D) 45.
- (E) 55.

95

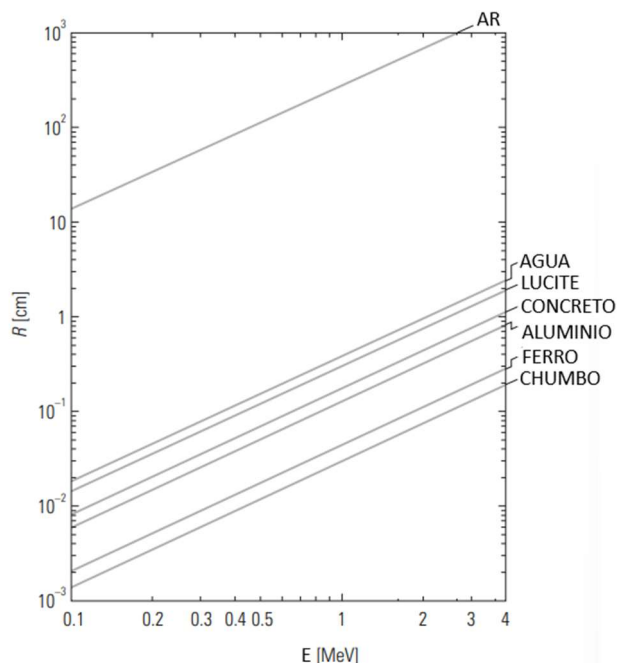
A principal limitação da mamografia convencional, que motivou o desenvolvimento da tomossíntese mamária digital, está relacionada à

- (A) baixa resolução dos detectores digitais.
- (B) eliminação da necessidade de compressão da mama durante o exame.
- (C) dificuldade de distinguir tecidos sobrepostos na imagem bidimensional.
- (D) perda de contraste associada ao espalhamento Compton nos tecidos mamários.
- (E) necessidade de utilização de contrastes radiológicos para identificação de lesões pequenas.

96

O alcance de elétrons em um meio material é um parâmetro fundamental na Radioterapia com feixes de elétrons, pois influencia diretamente a distribuição de dose no tecido irradiado. Esse alcance depende, entre outros fatores, da energia cinética inicial dos elétrons e das interações que eles sofrem ao atravessar o material.

A figura apresenta o alcance (R) de elétrons em função da energia para diferentes materiais.



Springer, Claus. *Introduction to Radiation Protection: Practical Knowledge for Handling Radioactive Sources*, (Adaptado)

Com base no gráfico, o alcance, em centímetros, de elétrons com energia de 100 keV no ar é, aproximadamente,

- (A) 5.
- (B) 10.
- (C) 15.
- (D) 20.
- (E) 25.

97

O contador Geiger-Müller opera em uma região da curva característica, na qual

- (A) a carga coletada é proporcional ao número de pares de íons produzidos pela radiação.
- (B) cada ionização desencadeia uma descarga que se propaga por todo o volume sensível do detector.
- (C) a multiplicação gasosa permanece proporcional à ionização primária produzida pela radiação.
- (D) ocorre intensa recombinação entre íons e elétrons antes da coleta da carga.
- (E) toda a energia da radiação incidente é absorvida no gás detector.

98

Com relação aos fatores físicos que influenciam a formação e a qualidade da imagem radiográfica, avalie as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () O aumento da tensão aplicada ao tubo de raios-X (kVp) resulta, necessariamente, em aumento da dose de entrada na pele do paciente.
- () A alteração do número atômico efetivo de um órgão, por exemplo, por meio da administração de agentes de contraste ou da introdução de um gás, não modifica o contraste radiográfico desse órgão em relação aos tecidos adjacentes.
- () O aumento do tamanho do ponto focal do tubo de raios-X provoca aumento da penumbra geométrica da imagem.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) F – V – F.
- (B) F – F – V.
- (C) V – F – F.
- (D) V – V – F.
- (E) F – V – V.

99

A tomografia computadorizada por feixe cônico (CBCT) usada em Radioterapia, pode empregar fótons na faixa de quilovoltagem (kV-CBCT) ou de megavoltagem (MV-CBCT). Embora a modalidade kV-CBCT, em geral, proporcione melhor resolução espacial e maior contraste entre tecidos moles, a MV-CBCT apresenta vantagens em determinadas situações clínicas.

Assinale a opção que apresenta uma vantagem característica da MV-CBCT em relação à kV-CBCT.

- (A) Menor dose de radiação ao paciente, durante a aquisição das imagens.
- (B) Maior capacidade de discriminar tecidos com pequenas diferenças de densidade eletrônica.
- (C) Maior contraste entre tecidos moles, em decorrência da predominância do efeito fotoelétrico.
- (D) Menor suscetibilidade a artefatos causados por materiais de elevado número atômico, como próteses metálicas e marcadores fiduciais.
- (E) Possibilidade de corrigir automaticamente erros de posicionamento do paciente, sem a necessidade de comparação com a tomografia de planejamento.

100

Durante a operação de um acelerador linear (LINAC) no modo de terapia com elétrons, o feixe de elétrons não é direcionado ao alvo de produção de raios X.

Em vez disso, ele incide sobre um componente cuja principal função é proporcionar uma distribuição uniforme da fluência de elétrons no campo de tratamento.

Esse componente é o(a)

- (A) Alvo.
- (B) Filtro achatador.
- (C) Folha espalhadora.
- (D) Colimador primário.
- (E) Sistema de focalização magnética.

Realização

