

PROVA OBJETIVA – TARDE

MULTIPROFISSIONAL
FÍSICA MÉDICA

TIPO 1 – BRANCA



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **100 (cem)** questões objetivas, você receberá do fiscal de prova o cartão de respostas;
- As questões objetivas têm **5 (cinco)** opções de resposta (A, B, C, D e E) e somente uma delas está correta.



TEMPO

- Você dispõe de **5 (cinco) horas** para a realização da prova, já incluído o tempo para a marcação do cartão de respostas;
- **1 (uma) hora** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da 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;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja o caderno de questões;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher o cartão de respostas;
- Para o preenchimento do cartão de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Confira seu cargo, cor e tipo do caderno de questões. Caso tenha recebido caderno de cargo ou cor ou tipo **diferente** do impresso em seu cartão de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento do seu cartão de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca do cartão de respostas em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas no cartão de respostas;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.
- **Boa sorte!**

Conhecimentos Gerais

1

Carlos Chagas, médico sanitário e pesquisador, ao assumir a direção do recém-criado Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) em 1920, reorganizou os serviços de saúde.

Sobre as atribuições do DNSP, assinale a afirmativa correta.

- (A) Estabelecer uma política de vacinação infantil.
- (B) Criar o Programa Nacional de Imunizações no Brasil.
- (C) Instituir, no âmbito federal, a Fundação Oswaldo Cruz.
- (D) Fornecer e fiscalizar o preparo de soros e vacinas.
- (E) Suprimir o controle sanitário dos portos marítimos e fluviais.

2

A Reforma Sanitária Brasileira, gestada desde a década de 1970 e consolidada na década de 1980, desenvolveu-se em meio a disputas entre diferentes atores sociais, políticos e econômicos. Havia a expectativa de que a reorganização da sociedade após o fim do período autoritário poderia abrir caminho para que se erigisse a Saúde Pública sobre novas bases.

Considerando os atores envolvidos nesse processo de reforma, cabe destacar o papel desempenhado

- (A) pelas grandes instituições hospitalares privadas, que assumiram a liderança política do processo de unificação dos sistemas de saúde existentes.
- (B) por setores empresariais e financeiros, que defenderam o financiamento integral do novo sistema público de saúde pelo Estado.
- (C) por movimentos sociais, que articularam propostas voltadas à universalização do acesso e à democratização das políticas públicas de saúde.
- (D) por corporações médicas tradicionais, que se colocaram à frente da formulação de políticas de descentralização e regionalização da saúde.
- (E) por setores do regime militar, que buscaram garantir a expansão dos serviços públicos de saúde sem romper com a lógica do mercado.

3

Sobre a organização do Sistema Único de Saúde - SUS, o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, além de outras providências, considerando o Decreto nº 7.508/2011 que regulamentou a Lei nº 8.080/1990, assinale a afirmativa correta.

- (A) As Regiões de Saúde serão referência para as transferências de recursos entre os entes federativos.
- (B) As portas de entrada às ações e aos serviços de saúde nas Redes de Atenção à Saúde serão a atenção primária e a atenção de urgência e emergência.
- (C) Os serviços ambulatoriais especializados serão considerados como Portas de Entrada, em virtude da densidade tecnológica para a Rede de Saúde.
- (D) As Redes de Atenção à Saúde estarão compreendidas no âmbito de uma Região de Saúde, em consonância com as diretrizes pactuadas entre as secretarias municipais.
- (E) O Ministério da Educação e os Hospitais Universitários vinculados a ele terão a competência de dispor sobre a Relação Nacional de Medicamentos Essenciais - RENAME, assim como sobre os Protocolos Clínicos e as Diretrizes Terapêuticas para instituições de saúde.

4

Considere a situação hipotética a seguir.

Um paciente realizou uma biópsia de cordas vocais em um hospital rural de pequeno porte. Quando o resultado do exame histopatológico mostrou se tratar de um carcinoma epidermoide de laringe, o paciente foi regulado para tratamento com químico e radioterapia no CACON mais próximo.

Com base no relato, assinale a opção que apresenta o princípio do SUS que melhor embasa o encaminhamento e o tratamento desse paciente para o CACON.

- (A) Equidade.
- (B) Universalidade.
- (C) Integralidade.
- (D) Hierarquização.
- (E) Justiça Social.

5

A Lei nº 8.142/1990, que dispõe, entre outras coisas, sobre as transferências intergovernamentais de recursos financeiros na área da saúde, estabelece condições para que os Municípios recebam recursos do Fundo Nacional de Saúde (FNS). Eles devem, por exemplo, formar Conselhos de Saúde, elaborar planos de saúde e produzir relatórios de gestão.

Assinale a opção que indica corretamente o que ocorre caso estes requisitos não sejam atendidos.

- (A) O Município continua recebendo normalmente os repasses do Fundo Nacional de Saúde, mas com restrição para utilizá-los em despesas de custeio.
- (B) O Município passa a receber os repasses em caráter parcial, com valores reduzidos proporcionalmente ao descumprimento das exigências legais.
- (C) Os recursos deixam de ser transferidos diretamente ao Município e passam a ser administrados pela esfera de governo imediatamente superior.
- (D) O Município permanece recebendo os repasses, mas fica obrigado a devolver anualmente os valores aplicados sem comprovação em relatórios de gestão.
- (E) O Município tem suspensas apenas as transferências estaduais, mas mantém os recursos federais normalmente, sob fiscalização da União.

6

Rede de Atenção à Saúde (RAS) é uma forma de organização e estruturação dos serviços oferecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS). A RAS promove a integração vertical (entre diferentes níveis) e a integração horizontal (entre serviços similares).

Assinale a opção que exemplifica um caso de integração vertical.

- (A) Laboratórios de análises clínicas de municípios vizinhos organizam uma central única de processamento de exames laboratoriais.
- (B) Três Centros de Atenção Psicossocial de uma região pactuam ações conjuntas para manejo de crises e internação em leitos de saúde mental.
- (C) Dois hospitais gerais firmam um convênio para otimizar o uso de seus centros cirúrgicos e reduzir a fila de usuários à espera de cirurgias eletivas.
- (D) Uma Unidade Básica de Saúde encaminha um paciente para atendimento especializado e posterior tratamento em unidade de alta complexidade.
- (E) Duas Unidades Básicas de Saúde de bairros vizinhos compartilham uma equipe de Saúde Bucal para ampliar o atendimento odontológico da região.

7

Com relação às Redes de Atenção à Saúde (RAS), avalie as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () Um dos atributos das RAS é a adscrição de clientela, ou seja, a definição de uma população em território específico para cada ponto de atenção.
- () Um dos objetivos das RAS é garantir a referência e a contrarreferência adequadas entre os serviços, assegurando continuidade do cuidado.
- () A Atenção Primária à Saúde ocupa posição periférica na rede, que tem como enfoque o atendimento em serviços especializados ou hospitalares.

As afirmativas são, respectivamente,

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

8

As Equipes Consultório na Rua (ECR) são o braço do Sistema Único de Saúde (SUS) voltado para o atendimento às populações em situação de rua.

Para ser atendido por uma ECR, é necessário que o indivíduo

- (A) comprove nacionalidade brasileira no momento do atendimento.
- (B) busque ativamente o atendimento junto à unidade de saúde de referência.
- (C) possua encaminhamento formal de unidade de saúde da atenção primária.
- (D) seja identificado como em situação de rua por uma abordagem ativa das equipes.
- (E) esteja previamente cadastrado no sistema governamental para o acesso a programas sociais.

9

Sobre a Portaria nº 2.803/2013, que redefine e amplia o Processo Transexualizador no Sistema Único de Saúde, analise as diretrizes de assistência ao usuário com demanda para a realização do Processo no SUS.

- I. Garantir a integralidade da atenção a transexuais e travestis, centralizando a meta terapêutica nas cirurgias de transgenitalização e demais intervenções somáticas.
- II. Providenciar que o atendimento seja sempre realizado por equipes interdisciplinares e multiprofissionais.
- III. Implementar a integração com as ações e os serviços em atendimento ao Processo Transexualizador, tendo como entrada a Atenção Básica em saúde, incluindo-se o acolhimento e a humanização do atendimento livre de qualquer discriminação.

As afirmativas são, na ordem apresentada,

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

10

A Estratégia Saúde da Família (ESF) é um modelo crucial na organização e execução da Atenção Primária à Saúde (APS) no Brasil. Dentre os atributos que orientam seu funcionamento, destaca-se a *longitudinalidade*.

Assinale a opção que exemplifica corretamente esse atributo.

- (A) Realização de ações educativas em grupos comunitários para promoção de hábitos saudáveis.
- (B) Integração de diferentes níveis de atenção para garantir acesso a exames e cirurgias de alta complexidade.
- (C) Encaminhamento imediato de casos agudos para o atendimento especializado, visando rápida resolução.
- (D) Planejamento de ações com base em indicadores epidemiológicos locais, priorizando grupos de risco.
- (E) Acompanhamento contínuo de um paciente com hipertensão arterial por uma mesma equipe de saúde ao longo dos anos.

11

A Portaria nº 2.436/2017 do Ministério da Saúde estabelece as responsabilidades das esferas do governo no âmbito da Política Nacional de Atenção Básica (PNAB).

Assinale a opção que exemplifica um caso em que uma dessas responsabilidades é *violada*.

- (A) A União direcionou parte maior de seus repasses financeiros relativos à cobertura de Atenção Básica para municípios com maior densidade populacional.
- (B) Um Estado estabeleceu metas de expansão da cobertura de serviços, priorizando inicialmente regiões metropolitanas e, em etapas posteriores, áreas rurais.
- (C) Equipes de Saúde utilizaram os sistemas oficiais de informação da Atenção Básica para monitorar atendimentos, analisar indicadores e planejar intervenções.
- (D) Um Município ampliou a infraestrutura de suas Unidades Básicas de Saúde (UBS), criando consultórios adicionais e adaptando gradualmente os espaços para atender melhor à população adscrita.
- (E) Conselhos Municipais de Saúde organizaram encontros periódicos com representantes da comunidade para discutir prioridades locais e avaliar o desempenho das equipes.

12

A Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) é o resultado da experiência acumulada por um conjunto de atores envolvidos historicamente com o desenvolvimento e a consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS), como movimentos sociais, população, trabalhadores e gestores das três esferas de governo. Essa Política, tem na Saúde da Família sua estratégia prioritária para expansão e consolidação da Atenção Básica.

Sobre as equipes que integram a Estratégia Saúde da Família (ESF), no contexto da PNAB, assinale a afirmativa correta.

- (A) É obrigatória a participação de um profissional de saúde bucal.
- (B) Em áreas consideradas de risco, é aceitável a cobertura pela equipe de ESF de até 75% do território.
- (C) Não há necessidade das categorias de médicos e enfermeiros serem especialistas em medicina de família e comunidade e saúde da família, respectivamente.
- (D) Para a equipe de ESF, há a obrigatoriedade de carga horária de 10 (dez) horas semanais para todos os profissionais que a compõem.
- (E) É de responsabilidade de cada profissional a distribuição da carga horária, levando em consideração o perfil demográfico e epidemiológico local atendido, garantido 100% de cobertura.

13

A Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS) busca fortalecer a integração entre os processos formativos dos profissionais de saúde e os diversos aspectos que constituem sua atuação no sistema de saúde.

Assinale a opção que exemplifica uma ação compatível com os objetivos da PNEPS.

- (A) A equipe gestora de um hospital promove capacitações técnicas com foco em atualização de procedimentos clínicos previamente definidos em planos anuais.
- (B) Profissionais de uma unidade básica de saúde organizam encontros periódicos para elaborar estratégias que qualifiquem o cuidado a partir da realidade local.
- (C) Uma instituição oferece cursos presenciais com foco em habilidades técnicas voltadas ao atendimento em unidades de média complexidade.
- (D) O departamento de ensino de uma Secretaria de Saúde realiza oficinas sobre gestão de processos administrativos e uso de ferramentas digitais no serviço público.
- (E) Uma empresa contratada ministra treinamentos sobre protocolos assistenciais com base em diretrizes nacionais de boas práticas clínicas.

14

A Política Nacional de Humanização (PNH) se baseia em três princípios orientadores. A esse respeito, considere a situação a seguir.

Em um hospital público, os gestores e profissionais percebem que os longos tempos de espera no pronto-socorro comprometem a qualidade do atendimento. Para resolver o problema, reorganizam a escala de trabalho da equipe e implantam acolhimento com classificação de risco.

Assinale a opção que indica o princípio exemplificado pela iniciativa dos gestores.

- (A) Protagonismo.
- (B) Transversalidade.
- (C) Corresponsabilidade.
- (D) Autonomia dos sujeitos e coletivos.
- (E) Indissociabilidade entre ação e gestão.

15

Segundo a Portaria nº 1.378/2013, do GM/MS, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária deve

- (A) coordenar o Programa Nacional de Imunizações, incluindo a definição das vacinas componentes do calendário nacional.
- (B) regular, controlar e fiscalizar os procedimentos, os produtos, as substâncias e os serviços de saúde e de interesse para a saúde.
- (C) coordenar a preparação e a resposta das ações de vigilância em saúde nas emergências de Saúde Pública de importância nacional e internacional.
- (D) prover os insumos de prevenção, o diagnóstico e o tratamento de doenças sexualmente transmissíveis, relacionados pelos programas das comissões tripartites.
- (E) prover os insumos destinados ao controle de doenças transmitidas por vetores, compreendendo inseticidas, larvicidas e moluscocidas - indicados pelos programas.

16

Com base nos tipos de ação previstos na Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS), assinale a opção que apresenta uma situação que **não** se enquadra no escopo dessa política.

- (A) Inspeção sanitária em estabelecimentos que produzem alimentos e medicamentos.
- (B) Realização de campanhas de vacinação para prevenir surtos de doenças transmissíveis.
- (C) Acompanhamento de condições de saúde relacionadas ao ambiente de trabalho.
- (D) Monitoramento da qualidade da água e do ar em áreas urbanas e rurais.
- (E) Vistoria de equipamentos hospitalares com foco em controle de custos.

17

Relacione os princípios clássicos da bioética listados a seguir ao seu respectivo exemplo de **violação**.

1. Autonomia
 2. Justiça
 3. Não-maleficência
 4. Beneficência
- () Um paciente é submetido a um procedimento cirúrgico invasivo sem ter sido previamente informado sobre os riscos, as alternativas e as possíveis consequências.
 - () Uma equipe médica prescreve um medicamento cuja toxicidade já era conhecida e superior ao benefício terapêutico esperado para aquele caso.
 - () Em um hospital público, pacientes com convênios privados são sistematicamente priorizados em detrimento daqueles atendidos via SUS.
 - () Um médico decide manter um tratamento agressivo e doloroso a um paciente terminal, mesmo quando já se sabe que não há nenhum possível benefício.

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

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

18

No contexto do Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP), assinale a opção que indica uma ação obrigatória para os serviços de saúde.

- (A) Garantir visitas irrestritas em unidades de terapia intensiva.
- (B) Priorizar intervenções farmacológicas *off-label*, sem notificação.
- (C) Resguardar os processos decisórios da participação de pacientes e acompanhantes.
- (D) Implementar Núcleos de Segurança do Paciente nos estabelecimentos de saúde.
- (E) Usar terminologias médicas em linguagem técnica nos prontuários dos pacientes.

19

A Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32) estabeleceu diretrizes de segurança e saúde no trabalho no âmbito dos serviços de saúde. Um elemento fundamental a ser levado em conta é a exposição a riscos químicos e biológicos.

Assinale a opção que indica um *risco biológico*.

- (A) Inalação de gases anestésicos em centro cirúrgico.
- (B) Exposição a vapores de formaldeído em sala de anatomia.
- (C) Inalação de óxido nitroso em procedimentos odontológicos.
- (D) Contato com sangue contaminado durante a coleta de amostras laboratoriais.
- (E) Manipulação de glutaraldeído para desinfecção de equipamentos hospitalares.

20

Leia o texto a seguir.

Durante o acompanhamento de um idoso com múltiplas condições crônicas, o médico ajustou a medicação, a nutricionista elaborou uma nova dieta e o fisioterapeuta prescreveu séries de exercícios. O paciente saiu da unidade de saúde sem compreender como as atividades prescritas tratam seus sintomas.

O trabalho em equipes multidisciplinares coloca uma série de desafios, de modo que diversos fatores podem prejudicar o seu bom andamento.

Na situação exposta, trata-se de um problema de

- (A) fragmentação do cuidado multiprofissional.
- (B) comunicação deficiente entre os profissionais.
- (C) sobrecarga de trabalho dos profissionais de saúde.
- (D) hierarquização entre as profissões da equipe de saúde.
- (E) precarização dos vínculos de trabalho na atenção primária.

Conhecimentos Específicos

21

Com relação às características de detectores de radiação, avalie as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () *Eficiência intrínseca* relaciona a resposta do detector com a quantidade de radiação que o atingiu.
- () *Tempo morto* é o maior tempo de medida em que é possível separar dois eventos para que eles sejam registrados como dois pulsos separados.
- () *Resolução* em energia é uma grandeza adimensional.

As afirmativas são, respectivamente,

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

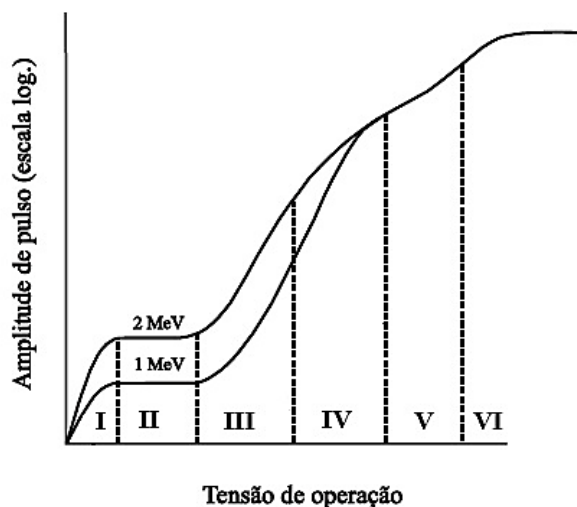
22

No decaimento β , os produtos são, além do núcleo-filho,

- (A) pósitron e nêutron.
- (B) pósitron e neutrino.
- (C) elétron e neutrino.
- (D) elétron e antineutrino.
- (E) pósitron e antineutrino.

ATENÇÃO: use a figura a seguir para responder às próximas três questões.

A figura apresenta as regiões de operação de detectores a gás operados no modo pulso, mostrando como varia o número de pares de íons em relação à tensão de operação, para duas radiações de mesmo tipo e energias diferentes.



Adaptado de Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos, Luiz Tauhata e colaboradores. IRD, 2013.

23

Assinale a opção que indica a região de operação em que uma única ionização do gás provoca uma avalanche de ionizações, obtendo-se um sinal, independentemente da quantidade de energia que a radiação liberaria no meio.

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

24

A câmara de ionização opera na região de saturação iônica, representada na figura pela região

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

25

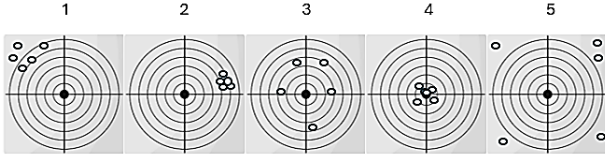
Assinale a opção que indica a região de operação em que os pares de íons formados se recombinam e somente parte das cargas geradas é coletada.

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

26

Os conceitos de precisão e exatidão são importantes no contexto de detectores de radiação. A escolha do detector apropriado e do método de medição pode variar em relação ao grau de precisão e exatidão esperados.

A figura a seguir representa o resultado de cinco provas de tiro ao alvo. O centro do alvo é representado pela bolinha preta.

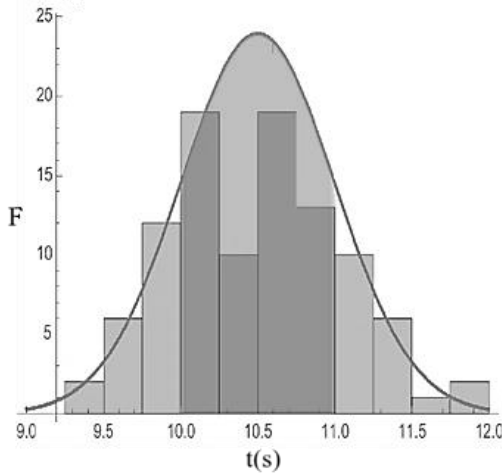


O lançamento que foi exato, mas não preciso, é representado pela figura

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

ATENÇÃO: use a figura a seguir para responder às próximas duas questões.

Foram realizadas N medidas do tempo de n oscilações de um pêndulo simples, no regime de pequenas oscilações. A partir dos dados obtidos, foi construído o histograma das frequências em função dos tempos medidos para as n oscilações. A região destacada representa 1 (desvio padrão) da Gaussiana, marcado em torno do valor médio.



27

Sabendo-se que o valor reportado para o período de oscilação foi $T = (2,62 \pm 0,05) s$, podemos afirmar que o número n de períodos medidos e o número total de medidas N são iguais a, respectivamente,

- (A) 4 e 100.
- (B) 5 e 100.
- (C) 5 e 140.
- (D) 4 e 140.
- (E) 4 e 25.

28

No experimento de oscilações, considerando $g = 10m/s^2$, o comprimento do fio é, em metros, aproximadamente igual a

- (A) 2.
- (B) 4.
- (C) 5.
- (D) 7.
- (E) 10.

29

Relacione as grandezas radiológicas com suas respectivas unidades.

- I. Exposição
- II. Dose equivalente
- III. Atividade
- IV. Dose absorvida
- A – R
- B – Bq
- C – Gy
- D – Sv

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

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

30

O número de TC (Tomografia Computadorizada) ou Unidade de Hounsfield para a água, é igual a

- (A) -1000.
- (B) -100 a -50.
- (C) 0.
- (D) 1.
- (E) 30.

31

Sobre a produção de raios-X por uma transição eletrônica, assinale a afirmativa correta.

- (A) O espectro será concentrado em uma linha.
- (B) A transição deve ser de um nível interno para um nível externo.
- (C) O aquecimento da amostra intensifica o sinal, gerando a chamada emissão termiônica.
- (D) A transição deve ser entre 2 níveis das camadas atômicas mais externas, altamente energéticas.
- (E) A emissão de raio X, neste caso, precisa de uma transição múltipla, isto é, de 2 ou mais elétrons simultaneamente.

32

A supercondutividade a baixas temperaturas, descrita pela teoria conhecida como BCS, afirma que

- (A) os pares de Cooper são formados por dois fônons.
- (B) os pares de Cooper são formados por um elétron e um fônon.
- (C) a supercondutividade só existe na ausência de vibrações da rede.
- (D) as vibrações da rede são essenciais para a supercondutividade.
- (E) um supercondutor a baixas temperaturas blinda seu interior de campos elétricos externos.

33

Em condições de equilíbrio eletrônico lateral, a dose no meio (D_{meio}) é relacionada à dose no ar (D_{ar}) por meio da relação

Considere:

- Ψ_{meio} é a fluência em energia no mesmo ponto em que foi avaliada a fluência em energia no ar (Ψ_{ar}) ao ser interposto em um feixe de radiação;
- $\overline{\mu_{en}}/\rho$ é o valor médio do coeficiente mássico de absorção de energia em um determinado meio.

$$(A) D_{meio} = \frac{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{meio} \Psi_{ar}}{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{ar} \Psi_{meio}}$$

$$(B) D_{meio} = \frac{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{meio} \Psi_{meio}}{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{ar} \Psi_{ar}}$$

$$(C) D_{meio} = \frac{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{ar} \Psi_{meio}}{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{meio} \Psi_{ar}}$$

$$(D) D_{meio} = \frac{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{ar} \Psi_{ar}}{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{meio} \Psi_{meio}}$$

$$(E) D_{meio} = \frac{\left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{meio} \left(\frac{\overline{\mu_{en}}}{\rho}\right)_{ar}}{\Psi_{meio} \Psi_{ar}}$$

34

O material usado para simular um determinado tecido corporal em relação a um conjunto de características físicas é chamado de simulador (*phantom*). O conjunto de características físicas que esse material deve obedecer, além da geometria e dimensões físicas compatíveis com o tecido/órgão que se deseja simular, depende de onde o simulador será aplicado.

Para a seleção de um material como substituto para um tecido corporal particular, devem ser considerados os processos de interação

- da radiação com o tecido do corpo e as grandezas operacionais para monitoração individual.
- da radiação com o tecido corporal e as quantidades dosimétricas em um ponto de interesse no tecido do corpo.
- da radiação com a água e as quantidades operacionais em um ponto de interesse no tecido do corpo.
- das partículas carregadas com o tecido corporal e as quantidades dosimétricas em um ponto de interesse na água.
- da radiação dos fótons com o tecido corporal e as quantidades dosimétricas em um ponto de interesse na água.

35

Com relação aos processos de interação de fótons com a matéria, analise os itens a seguir.

- No efeito fotoelétrico, o momento se conserva pelo recuo do átomo e a energia cinética é transferida a um elétron em cada interação.
- O coeficiente de atenuação linear é expresso em cm^2/g .
- Na produção de pares, o fóton incidente desaparece e a energia é transferida ao par elétron-pósitron, podendo parte dela ainda ser transferida a um elétron do material.

Está correto o que se afirma em

- III, apenas.
- I e II, apenas.
- I e III, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

36

Os efeitos biológicos radioinduzidos, que são produzidos por doses elevadas, acima do limiar, em que a severidade ou a gravidade do dano aumenta com a dose aplicada, e a probabilidade de ocorrência do efeito é considerada nula para valores de dose abaixo do limiar e 100% acima desse, são classificados como

- somáticos.
- genéticos.
- imediatos.
- estocásticos.
- determinísticos.

37

Assinale a opção que indica a grandeza X que se relaciona com a dose absorvida no ar (D_{ar}), sob condições de equilíbrio eletrônico lateral, por meio da equação $D_{ar} = X \cdot (W/e)_{ar}$ (onde $(W/e)_{ar}$ é a energia média para formação de um par de íons no ar/carga do elétron).

- Atividade.
- Exposição.
- Dose coletiva.
- Dose equivalente.
- Dose absorvida comprometida.

38

A proteção radiológica é baseada em três requisitos básicos: justificação, otimização e limitação da dose individual.

O princípio da *limitação da dose individual* estabelece que

- há limitação de dose de radiação para pacientes.
- o tempo de exposição direta de pacientes deve ser maximizado a fim de reduzir a dose de radiação.
- o número de pessoas expostas, as doses individuais e a probabilidade de ocorrência de efeitos nocivos devem ser tão baixos quanto razoavelmente exequíveis.
- as doses individuais de trabalhadores e indivíduos do público não devem exceder os limites de dose recomendados, excluindo-se as exposições médicas de pacientes.
- o benefício proveniente da exposição à radiação tem que ser tal que compense o detrimento, que é definido como sendo a relação entre a probabilidade de ocorrência e o grau de gravidade do efeito.

39

O produto entre a dose absorvida média no órgão (ou no tecido) pelo fator de ponderação da radiação é a grandeza

- (A) Kerma.
- (B) dose efetiva.
- (C) dose equivalente.
- (D) dose absorvida.
- (E) exposição.

40

Os efeitos biológicos provocados pela radiação ionizante dependem, entre outros fatores, da dose total recebida, se esta fo aguda ou crônica, se localizada ou de corpo inteiro.

Os efeitos que surgem de danos nas células do corpo, e apresentam-se apenas na pessoa que sofreu a irradiação, não interferindo nas gerações posteriores, são chamados de

- (A) tardios.
- (B) agudos.
- (C) imediatos.
- (D) somáticos.
- (E) hereditários.

41

Em exames de Radiodiagnóstico, pode ocorrer redução do contraste devido à radiação espalhada.

Com relação às estratégias que podem ser usadas para reduzir a radiação espalhada nesses exames, analise os itens a seguir.

- I. A quantidade de radiação espalhada em qualquer feixe de raios-X que atinge um receptor pode ser reduzida, diminuindo a distância entre o paciente e a superfície do receptor de imagens, conhecida como técnica de *air gap*.
- II. A compressão da mama, em exames de mamografia, reduz a espessura da mama e, como consequência, o feixe de raios-X atravessa um volume menor de tecido, gerando menos radiação espalhada.
- III. Uma maneira eficaz de reduzir a radiação espalhada em exames de Radiologia é usar grades que são colocadas entre o tubo de raios-X e o corpo do paciente.

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.

42

A maioria dos aceleradores lineares clínicos modernos foi construída de forma que a fonte de radiação possa girar em torno de um eixo horizontal.

À medida que o braço do acelerador (*gantry*) gira, o eixo do colimador (supostamente coincidente com o eixo central do feixe) move-se em um plano vertical.

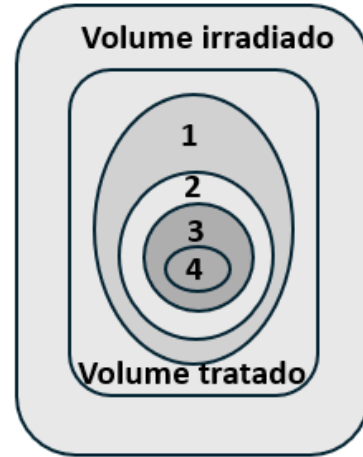
O ponto de interseção entre o eixo do colimador e o eixo de rotação do *gantry* é conhecido como

- (A) isocentro.
- (B) ponto focal.
- (C) eixo central.
- (D) ponto quente.
- (E) ponto de referência.

43

A figura a seguir é uma representação esquemática dos diferentes volumes que o Relatório ICRU 62 (*International Commission Radiation and Units*) recomenda que sejam identificados em um plano de tratamento de Radioterapia.

A delimitação desses volumes é muito facilitada por imagens 3D, mas os conceitos são independentes da metodologia utilizada para sua determinação.



Relacione os volumes 1, 2, 3, e 4 aos seus respectivos nomes.

- () PTV (Volume Alvo de Planejamento)
- () CTV (Volume Alvo Clínico)
- () GTV (Volume Alvo Tumoral)
- () Volume Alvo Interno (ITV)

Assinale a opção que apresenta a relação correta.

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

44

Em tubos de raios-X, a região do ânodo em que o feixe de elétrons colide com o alvo é chamada de

- (A) pixel.
- (B) voxel.
- (C) catodo.
- (D) isocentro.
- (E) ponto focal.

45

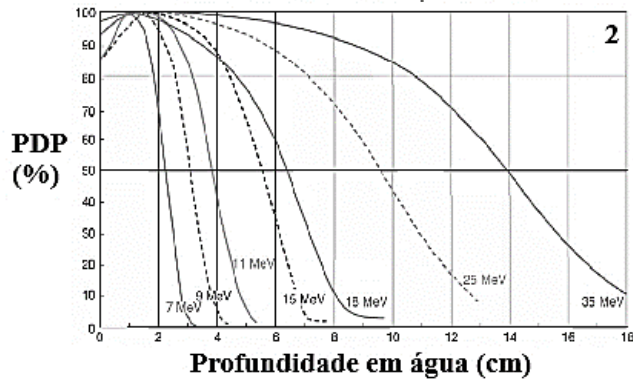
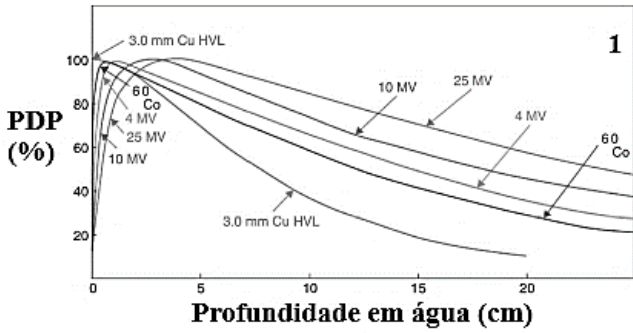
Algumas espessuras de interesse especial são definidas como parâmetros para a caracterização de feixes de fótons monoenergéticos em geometria de feixe estreito.

A espessura do absorvedor que atenua a intensidade de um feixe a um fator $1/e$ é chamada de

- (A) largura a meia altura.
- (B) camada deci-redutora (TVL).
- (C) camada semirredutora (HVL).
- (D) livre caminho médio.
- (E) camada atenuadora.

ATENÇÃO: use a figura a seguir para responder às próximas três questões.

As figuras 1 e 2 mostram o Perfil de Dose em Profundidade (PDP) em água para feixes de radiação de tipos e energias diferentes.



Adaptado de *The Physics of Radiation Therapy*. Faiz M. Khan, John P. Gibbons. Fifth Edition, 2014, by LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, a WOLTERS KLUWER business.

- 46**
- As figuras 1 e 2, respectivamente, referem-se a feixes de radiação de
- (A) prótons e fótons.
 - (B) fótons e prótons.
 - (C) elétrons e fótons.
 - (D) fótons e elétrons.
 - (E) elétrons e nêutrons.

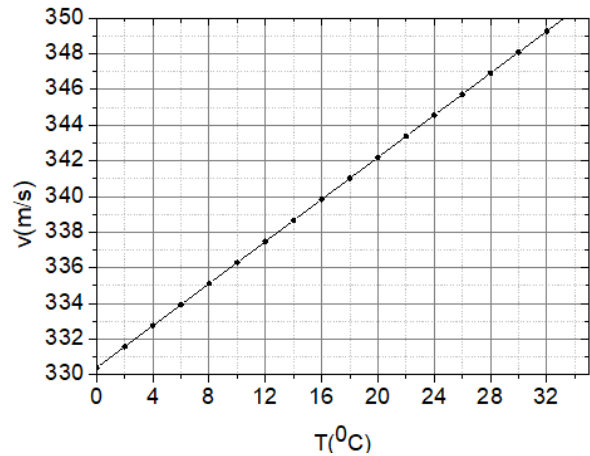
- 47**
- A profundidade de dose máxima em água para um espectro de 25 MV está, em cm, em torno de
- (A) 1.
 - (B) 2.
 - (C) 4.
 - (D) 10.
 - (E) 25.

- 48**
- O valor do alcance R_{50} , para um feixe de 35 MeV é, em cm, em torno de
- (A) 1.
 - (B) 2.
 - (C) 5.
 - (D) 14.
 - (E) 25.

- 49**
- Em planejamento de tratamentos de Radioterapia, a distância fonte-superfície pode ser corrigida pela lei do
- (A) cubo da distância.
 - (B) inverso da distância.
 - (C) quadrado da distância.
 - (D) inverso do cubo da distância.
 - (E) inverso do quadrado da distância.

- 50**
- A diferença na representação das densidades entre duas estruturas anatómicas adjacentes ou a variação nos tons de cinza de uma imagem radiográfica é chamada de
- (A) ruído.
 - (B) artefato.
 - (C) contraste.
 - (D) homogeneidade.
 - (E) resolução espacial.

- 51**
- Em livros didáticos adota-se como velocidade de propagação do som no ar o valor de 340 m/s. Porém, a velocidade do som varia com a temperatura do meio de propagação. A figura representa a relação entre estas duas grandezas.



Adaptado de *Física na Escola*, v. 4, n. 1, 2003

- A equação que representa a dependência da velocidade do som no ar em função da temperatura do ar é expressa por
- (A) $v = - 330,4 + 0,59 T$.
 - (B) $v = 330,4 + 0,59 T$.
 - (C) $v = 330,4 - 0,59 T$.
 - (D) $v = 0,59 - 330,4 T$.
 - (E) $v = 0,59 + 330,4 T$.

- 52**
- A conservação do momento linear de um sistema pode ser analisada observando-se o movimento do centro de massa do sistema ao longo do tempo.
- O momento linear total de um sistema é conservado se o seu centro de massa se move com
- (A) velocidade constante.
 - (B) aceleração constante, mas diferente de zero.
 - (C) aceleração variando uniformemente com o tempo.
 - (D) posição variando através de uma função quadrática em relação ao tempo.
 - (E) velocidade variando através de uma função quadrática em relação ao tempo.

53

A energia máxima de um espectro de raios-X é determinada pela(o)

- (A) forma da onda.
- (B) corrente do tubo.
- (C) potencial do tubo.
- (D) material do anodo.
- (E) espessura do material do alvo.

54

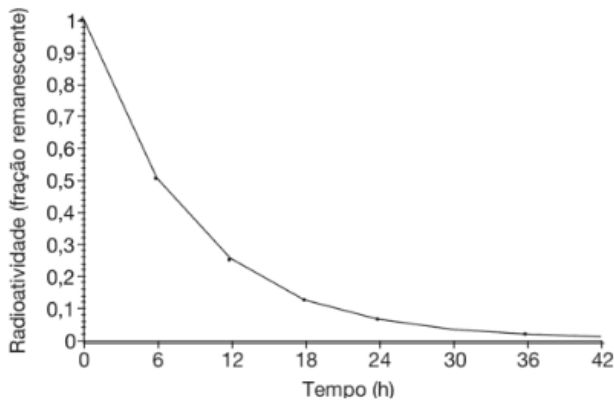
A tomografia por emissão de pósitron (PET) está baseada na detecção, em coincidência, de dois fótons criados na aniquilação de um pósitron.

O processo pode ser representado pela equação

- (A) $\gamma \rightarrow e^- + e^+$
- (B) $e^- + e^+ \rightarrow \gamma$
- (C) $e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$
- (D) $2e^- + 2e^+ \rightarrow 2\gamma$
- (E) $\gamma \rightarrow e^- + e^+ + \text{energia cinética}$

55

A figura mostra o decaimento radioativo do Tc-99m.



Fonte: *Medicina Nuclear*. Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall. Quarta Edição. Editora Elsevier Brasil, 2014.

O tempo transcorrido para a atividade original do Tc-99m cair a um 1/8 do valor original é, em h, igual a

- (A) 6.
- (B) 12.
- (C) 18.
- (D) 24.
- (E) 30.

56

Em Mecânica Quântica, a função de onda plana proporcional a $\exp(ikx)$, descreve

- (A) um estado ligado.
- (B) um estado estacionário.
- (C) uma partícula que se propaga no sentido de x crescente.
- (D) um feixe de partículas com momento linear bem definido.
- (E) uma partícula que se propaga no sentido de x decrescente.

57

Quando se introduz um detector para medir a Exposição ou Dose absorvida em um meio material, há uma perturbação no local, devido à presença de materiais de composição química e densidade diferentes, que interagem de modo diferente com a radiação, além da presença perturbativa do campo elétrico de polarização do detector.

Esta descontinuidade no meio material é denominada de cavidade. Deste modo, o registro do detector será a dose absorvida nele e não no meio material que se pretendia medir.

Para medições corretas, é necessário introduzir fatores de correção que dependem das diversas densidades, da relação entre os coeficientes de absorção de energia dos fótons, do alcance dos elétrons no meio material, da relação dos valores de poder de frenamento (*stopping power*), entre outros.

Luiz Tauhata, Ivan Salati, Renato Di Prinzio, Antonieta R. Di Prinzio. *Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos*. Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear. 2021.

Com relação aos requisitos que devem ser obedecidos, analise os itens a seguir.

- I. A dimensão da cavidade deve ser suficientemente pequena comparada com o alcance dos elétrons secundários liberados no meio sólido para não alterar a fluência.
- II. A espessura do meio sólido deve ser menor que o alcance dos elétrons secundários, de modo a garantir que todos os elétrons que atravessaram a cavidade sejam liberados no meio.
- III. A espessura do meio sólido deve ser suficientemente pequena para que a atenuação dos fótons não altere a Exposição.

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.

58

Um circuito é composto por uma bateria de DDP V, um resistor R e um capacitor de placas paralelas C. Com o capacitor carregado, dobra-se a distância entre as placas do capacitor. Consequentemente, a energia do capacitor

- (A) dobra.
- (B) não se altera.
- (C) é quadruplicada.
- (D) cai à metade do valor original.
- (E) cai a um quarto do valor original.

59

Uma nave espacial viaja a 2/3 da velocidade de luz (c), medida em relação a um referencial inercial. Uma outra nave viaja ao encontro dela, no sentido oposto, à mesma velocidade.

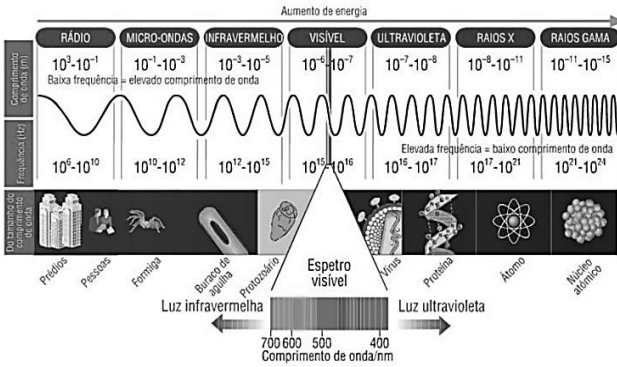
Sobre a velocidade v de uma em relação à outra, assinale a afirmativa correta.

- (A) Será igual a c.
- (B) Será entre c e 4c/3.
- (C) Será maior que 4c/3.
- (D) Ainda será menor que c.
- (E) Será de 4/3 de c, pois sendo uma velocidade relativa, não precisa ser menor que c.

60

Estão sendo desenvolvidos materiais artificiais, chamados de metamateriais, cuja resposta eletromagnética pode ser controlada. Com esses materiais, pode-se transformar a trajetória retilínea da luz em trajetória curvilínea possibilitando o desenvolvimento de dispositivos capazes de tornar objetos invisíveis às ondas eletromagnéticas.

Pesquisadores da Universidade Duke (EUA), em 2006, construíram um metamaterial com detalhes em sua superfície da ordem de centímetros, mesma ordem de grandeza do comprimento de onda da radiação eletromagnética para que o fenômeno possa ocorrer.

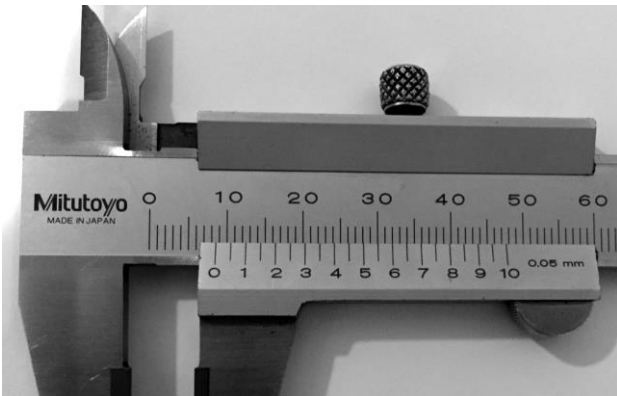


Considere que a velocidade da luz é $v = 3.10^8$ m/s. De acordo com o espectro eletromagnético, mostrado na figura, esses materiais podem tornar objetos invisíveis à (ao)

- (A) raios-X.
- (B) luz visível.
- (C) microondas.
- (D) ondas de rádio.
- (E) infravermelho.

61

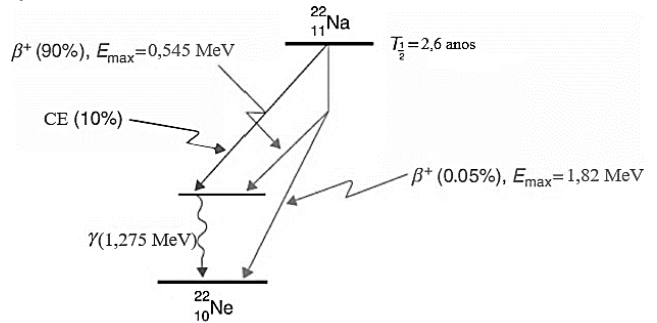
Em um laboratório, foi necessário determinar o raio de uma esfera. Seu diâmetro foi medido com um paquímetro, conforme mostrado na figura.



Em relação à leitura do paquímetro, considerando as regras de arredondamento da ABNT (ABNT NBR 5891), é correto afirmar que o raio da esfera vale

- (A) $(8,60 \pm 0,05)$ mm.
- (B) $(6,00 \pm 0,05)$ mm.
- (C) $(4,00 \pm 0,03)$ mm.
- (D) $(4,30 \pm 0,02)$ mm.
- (E) $(8,00 \pm 0,02)$ mm.

ATENÇÃO: use a figura a seguir para responder às próximas duas questões.



62

A energia liberada no decaimento (Q), em MeV, é igual a

- (A) 0,545.
- (B) 1,275.
- (C) 1,82.
- (D) 2,6.
- (E) 3,64.

63

O decaimento do $^{22}_{11}\text{Na}$ em $^{22}_{10}\text{Ne}$ ocorre com a emissão da partícula carregada chamada de

- (A) alfa.
- (B) fóton.
- (C) elétron.
- (D) pósitron.
- (E) neutrino.

64

Leia o trecho a seguir.

A influência da qualidade de radiação sobre os efeitos nos sistemas biológicos pode ser quantificada, utilizando uma grandeza que, para um tipo de radiação A, supondo constantes todas as variáveis físicas e biológicas (exceto a radiação) é definida pela razão entre a dose da radiação de referência para produzir um específico nível de resposta e a dose da radiação A necessária para produzir igual resposta.

Essa grandeza é denominada

- (A) alcance.
- (B) risco de efeito biológico.
- (C) efetividade biológica relativa.
- (D) transferência linear de energia.
- (E) fator de eficiência da dose e da taxa de dose.

65

Meia-vida ($T_{1/2}$) é o tempo necessário para que uma amostra tenha o número de radionuclídeos reduzido à metade do valor inicial e vida média ($\tau = 1/\lambda$, onde λ é a constante de decaimento), pode ser definida como o tempo médio dos tempos de todos os decaimentos medidos.

Sabendo-se que $\ln 2 = 0,693$, a relação entre as duas grandezas é dada por

- (A) $T_{1/2} = 0,693/\tau$
- (B) $T_{1/2} = 2 \cdot 0,693 \cdot \tau$
- (C) $T_{1/2} = 0,693 \cdot \tau$
- (D) $T_{1/2} = \tau/0,693$
- (E) $T_{1/2} = 0,693/2 \cdot \tau$

66

Os diferentes tipos de radiação podem ser originados por processos de decaimentos, de ajuste do núcleo ou pela interação da própria radiação com a matéria. O processo que ocorre por decaimento onde a energia de excitação do elétron mais interno é transferida a outro mais externo, causando a sua ejeção do átomo, é chamada de

- (A) elétrons Auger.
- (B) *Bremsstrahlung*.
- (C) conversão interna.
- (D) captura eletrônica.
- (E) raios-X característicos.

67

Um casal de gêmeos, Alice e Bob, foi separado na festa de aniversário de 10 anos. Alice foi levada por ETs em uma nave espacial em altíssima velocidade. Alice levou consigo um relógio que tinha acabado de ganhar. Ao completar 15 anos, os ETs resolvem devolvê-la à Terra, onde ela chega ao completar 20 anos. Usando o efeito de dilatação temporal da Relatividade, assinale a opção que indica corretamente as idades de Alice e Bob.

- (A) Alice está mais velha do que Bob.
- (B) Alice está mais nova do que Bob.
- (C) As idades dependem da trajetória da nave.
- (D) Ambos têm a mesma idade, 20 anos, pois o efeito de dilatação temporal é invertido durante a viagem de volta.
- (E) Ambos têm a mesma idade, mas o relógio de Alice está atrasado em relação ao de Bob, porque o efeito de dilatação temporal não se aplica a processos biológicos – apenas aos físicos, como o relógio.

68

Partículas subatômicas instáveis, com meias-vidas extremamente curtas, são geradas quando raios cósmicos energéticos atingem as camadas superiores da nossa atmosfera. Mesmo sendo criadas com uma alta velocidade, elas deveriam decair (em outras partículas) antes de atingir detectores no nível do mar.

Assinale a opção que apresenta o que permite a detecção da partícula original no nível do mar.

- (A) A dilatação temporal relativística.
- (B) As partículas são na verdade geradas logo acima do solo.
- (C) O campo magnético da Terra aumenta a meia-vida da partícula.
- (D) A gravidade a acelera e, portanto, sua velocidade fica muito maior e ela consegue atingir o solo antes de decair.
- (E) As partículas geradas por raios cósmicos têm naturalmente uma meia-vida maior do que as geradas nos laboratórios.

69

Sobre os *corpos negros*, que emitem radiação de acordo com suas temperaturas, avalie os itens listados a seguir.

- I. Uma barra de ferro em brasa.
- II. A superfície do Sol.
- III. O filamento de uma lâmpada incandescente.
- IV. Um buraco negro.
- V. A luz negra.

São corpos negros:

- (A) todos os itens.
- (B) I, II, III e IV, apenas.
- (C) I, IV e V, apenas.
- (D) IV e V, apenas.
- (E) V, apenas.

70

Sobre o princípio de funcionamento de um aparelho de *PET scan*, assinale a afirmativa correta.

- (A) Detecta a radiação infravermelha emitida pelo tumor.
- (B) Detecta a presença de microplásticos que se concentram nos tumores.
- (C) Determina a posição do tumor pelos pares de fótons emitidos na vizinhança do tumor.
- (D) Detecta o tumor pela interferência construtiva dos sinais emitidos e que incidem no anteparo em forma de anel ao redor do paciente.
- (E) Detecta tumores e mata suas células por meio de um processo conhecido como interferência construtiva dos sinais enviados a partir do anel que cerca o paciente.

71

Sobre os padrões formados nos anteparos na experiência da dupla fenda, realizada com elétrons ou com fótons, assinale a afirmativa correta.

- (A) Ambos apresentam um pico em frente ao ponto médio das fendas.
- (B) Ambos apresentam apenas dois picos, um diretamente à frente de cada fenda.
- (C) Os padrões seriam diferentes se emitíssemos um elétron ou um fóton de cada vez.
- (D) O padrão de interferência aparece para ambos, mesmo com a presença de um observador.
- (E) O padrão de interferência só surge com fótons, não com partículas massivas (como os elétrons).

72

Segundo a interpretação de Copenhagen da Mecânica Quântica, um observador “influencia” o experimento.

Isso significa que

- (A) a Mecânica Quântica não é probabilística.
- (B) a observação corresponde ao chamado “colapso” da função de onda.
- (C) a presença do observador determina a evolução da chamada “onda piloto”.
- (D) se um observador estiver presente durante a execução do experimento, seu resultado será alterado.
- (E) o observador não pode ter uma expectativa sobre o resultado do experimento, pois isso alteraria seu resultado.

73

No processo de colapso de uma estrela, devido ao esgotamento de seu combustível, sobre a velocidade angular ω , a energia mecânica E e o momento angular L , assinale a resposta correta.

- (A) A velocidade angular aumenta. A energia mecânica é constante.
- (B) A velocidade angular aumenta. A energia mecânica também aumenta.
- (C) A velocidade angular aumenta. Seu momento angular é constante.
- (D) A velocidade angular aumenta. Seu momento angular também aumenta.
- (E) A velocidade angular, a energia mecânica e o momento angular aumentam.

74

Em um movimento circular acelerado, a *força centrípeta*

- (A) é compensada pela força centrífuga.
- (B) é constante em módulo e em direção.
- (C) é fictícia, resultado do referencial acelerado.
- (D) é constante em módulo, mas sua direção varia.
- (E) não realiza trabalho, mas a energia cinética varia.

75

Sobre o *efeito fotoelétrico*, analise as afirmativas a seguir.

- I. Este efeito prova que a luz se propaga como partícula.
- II. Corresponde à emissão de um fóton pelo decaimento de um elétron do nível fundamental.
- III. Indica o processo de interferência construtiva das ondas eletromagnéticas incidentes, que consegue assim “arrancar” um elétron do material.
- IV. Corresponde à absorção de um fóton na frequência adequada.

Está correto o que se afirma em

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

76

Assinale a opção que indica o circuito elétrico que se comporta como um oscilador harmônico amortecido.

- (A) Com resistência, capacitor e indutor.
- (B) Com resistência, indutor e fonte de corrente alternada.
- (C) Com resistência, capacitor e fonte de corrente alternada.
- (D) Com resistência, capacitor, indutor e fonte de corrente alternada.
- (E) Com resistência, capacitor, indutor e fonte de corrente contínua.

77

Uma determinada amostra é composta pela mistura de dois materiais radioativos, A e B. A meia-vida de A (T_A) é o dobro da meia-vida de B (T_B). Em um dado momento, há o dobro de átomos de A do que de B, isto é, $N_A/N_B = 2$, inicialmente.

Assinale a opção que indica quanto tempo depois a razão entre os números de átomos N_A/N_B será 8 vezes maior que o valor inicial.

- (A) $2 T_A$
- (B) $3 T_A$
- (C) $T_A/2$
- (D) $T_A/3$
- (E) Nunca.

78

Para realizar uma transmissão mais robusta de sinal, o *perfil radial* do índice de refração de uma fibra óptica deve ser

- (A) constante.
- (B) crescente com a distância ao centro da fibra.
- (C) decrescente com a distância ao centro da fibra.
- (D) indiferente, desde que seja menor do que o do meio externo.
- (E) indiferente, desde que seja maior que o do meio externo.

79

Considere um poço de potencial unidimensional $V(x)$, de profundidade $B < 0$ e largura L , se $-L/2 < x < L/2$. Fora dessa região, o potencial é nulo, ou seja, $V(x) = 0$ para $|x| > L/2$.

Sobre o comportamento de funções de onda de energia E sujeitas a esse potencial, assinale a afirmativa correta.

- (A) Não existe função de onda com $E < 0$.
- (B) Não existe função de onda com $E > 0$.
- (C) Para $B < E < 0$, a função de onda é nula se $|x| > L/2$.
- (D) Para $B < E < 0$, a função de onda decai exponencialmente se $|x| > L/2$.
- (E) Uma onda incidente pela esquerda, com $E > 0$, se propaga sem reflexões até $x \rightarrow$ infinito.

80

Sobre o cálculo do campo elétrico de uma barra carregada finita através da Lei de Gauss, analise as afirmativas a seguir.

- I. A Lei de Gauss é válida, mas não é útil.
- II. A Lei de Gauss não é válida nesse caso específico.
- III. A Lei de Gauss só é válida se a distribuição de carga na barra for homogênea.
- IV. A Lei de Gauss só é válida perto das extremidades da barra.

Está correto o que se afirma em

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

81

Sobre o potencial e o campo elétrico na superfície de um condutor, analise as afirmativas a seguir.

- I. O campo elétrico é ortogonal à superfície.
- II. O potencial elétrico é constante na superfície.
- III. A distribuição de cargas elétricas é homogênea sobre a superfície.
- IV. Não existem cargas elétricas na superfície de um condutor.

Está correto o que se afirma em

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

82

Um determinado material tem coeficiente de dilatação térmica superficial α . Uma placa de área A desse material contém um furo de área $B < A$.

Ao ser submetido a uma variação de temperatura $\Delta T > 0$, a área do orifício

- (A) diminui.
- (B) permanece a mesma.
- (C) aumenta com o mesmo coeficiente do material.
- (D) depende da posição do orifício em relação às bordas da placa.
- (E) aumenta com coeficiente de expansão diferente do material.

83

- O espalhamento Rutherford foi a indicação fundamental de que
- (A) as energias eletrônicas são quantizadas.
 - (B) as substâncias são compostas por átomos.
 - (C) o modelo de “pudim de passas” é uma descrição realista da matéria.
 - (D) os átomos são compostos por núcleos carregados, com elétrons ao redor.
 - (E) os átomos são compostos por misturas homogêneas de prótons e elétrons.

84

Um feixe de partículas com energia E se propaga, sujeita a um potencial unidimensional $V(x)$. Esse potencial é nulo, com exceção da região $0 < x < L$, onde $V(x) = A$ (uma constante positiva).

Sobre a propagação desse feixe, assinale a afirmativa correta.

- (A) Se $E < A$, a função de onda é nula na região da barreira.
- (B) Se $E > A$, a barreira não interfere na propagação do feixe.
- (C) Se $E < A$, todas as partículas serão refletidas pela barreira.
- (D) Se $E < A$, a função de onda cai exponencialmente na região da barreira.
- (E) Se $E > A$, todas as partículas serão transmitidas para o outro lado da barreira.

85

Sobre o estado fundamental do elétron do átomo de Hidrogênio, assinale a afirmativa correta.

- (A) A função de onda tem um pico no raio de Bohr.
- (B) Tem momento angular perpendicular ao plano da órbita do elétron.
- (C) A função de onda cai exponencialmente com a coordenada radial r .
- (D) A função de onda é homogênea se a coordenada radial é menor do que o raio de Bohr.
- (E) A função de onda é nula se a coordenada radial é diferente do raio de Bohr.

86

Sobre a *banda de valência* em condutores, semicondutores e isolantes, assinale a afirmativa correta.

- (A) Em um semicondutor, a banda de valência fica semicheia.
- (B) Se a banda de condução está vazia, então o material é um isolante.
- (C) Em um condutor, a banda de valência tem buracos (portadores de carga positiva).
- (D) Em um metal, a Energia de Fermi está sempre entre a banda de valência e a de condução.
- (E) Se o *gap* de energia entre a banda de valência e a banda de condução é da ordem de alguns meV, o material é semicondutor.

87

Sobre a produção e propagação de raios-X e sua interação com a matéria, assinale a afirmativa correta.

- (A) Raios-X podem ser focalizados por lentes.
- (B) Raios-X não podem ser refletidos nem refratados.
- (C) Raios-X podem ser defletidos por campos eletromagnéticos.
- (D) Raios-X são produzidos pela desaceleração brusca de elétrons.
- (E) Raios-X são absorvidos pelo chumbo devido à sua alta densidade.

88

A estrutura atômica ou molecular de uma substância determina o número de graus de liberdade N , que, por sua vez, estabelece seu Calor Específico a volume constante, C_v (em termos de R , a constante universal dos gases).

Assinale a resposta correta.

- (A) Em um gás poliatômico, $N=7$ e $C_v = 3R/2$.
- (B) Em um gás monoatômico, $N=3$ e $C_v = 3R/2$.
- (C) Em um gás de moléculas diatômicas sem vibração, $N=3$ e $C_v = 5R/2$.
- (D) Em um gás de moléculas diatômicas com vibração, $N=3$ e $C_v = 5R/2$.
- (E) Em um gás de moléculas diatômicas sem vibração, $N=5$ e $C_v = 5R/2$.

89

Um gás não-ideal pode ser bem descrito pela equação de estado de van der Waals.

Sobre esse modelo, assinale a afirmativa correta.

- (A) Descreve uma transição de fase de segunda ordem.
- (B) A região de instabilidade é determinada pela construção de Maxwell.
- (C) Sendo um modelo para um gás real, não há região de instabilidade.
- (D) A região de metaestabilidade descreve uma mistura de líquido e sólido.
- (E) A região onde P cresce com V , à temperatura constante, é de instabilidade.

90

Sobre os dois tipos de Calor Específico para um gás, a volume constante (C_v) ou à pressão constante (C_p), assinale a afirmativa correta.

- (A) C_p pode ser igual a C_v
- (B) C_p é sempre menor do que C_v
- (C) C_p é sempre maior do que C_v
- (D) Não existe uma relação universal entre C_p e C_v
- (E) A relação entre C_p e C_v para um dado gás depende da sua temperatura.

91

Um corpo rígido rola sem deslizar ao longo de uma superfície inclinada, com aceleração constante.

Assinale a afirmativa correta.

- (A) Não há atrito.
- (B) O atrito realiza trabalho.
- (C) O ponto de contato está sempre em repouso momentâneo.
- (D) O torque da força gravitacional, em relação ao centro de massa do corpo, é responsável pelo rolamento.
- (E) A energia potencial gravitacional é totalmente convertida em energia cinética de translação do centro de massa.

92

Considere um buraco negro de Massa M no centro de uma galáxia. Há algumas poucas estrelas que orbitam tal galáxia a uma distância muito grande, em uma região onde não há mais gás nem outros constituintes massivos.

Desconsidere a atração mútua entre as estrelas. A velocidade dessas estrelas em órbitas circulares depende da distância r ao centro da galáxia como

- (A) $1/r$
- (B) $1/r^2$
- (C) $1/r^{1/2}$
- (D) $1/r^{3/2}$
- (E) depende da massa da estrela.

93

Sobre a *colisão* de dois corpos, assinale a afirmativa correta.

- (A) O momento angular do sistema é sempre nulo.
- (B) O centro de massa fica em repouso após a colisão perfeitamente elástica.
- (C) O momento linear é conservado apenas se as forças externas forem desprezíveis.
- (D) A energia cinética é conservada apenas se as forças externas forem desprezíveis.
- (E) Em uma colisão totalmente inelástica, toda a energia cinética é perdida (atrito, deformação etc.)

94

Sobre a *força de atrito* entre duas superfícies sólidas, assinale a afirmativa correta.

- (A) A força de atrito estático tem módulo variável.
- (B) O coeficiente de atrito cinético é sempre maior do que o estático.
- (C) A força de atrito com o chão aponta no sentido do movimento do corpo.
- (D) A força de atrito aponta na mesma direção que a força Normal, pois são proporcionais.
- (E) A força de atrito cinético é dada pelo produto do coeficiente de atrito cinético e a força Normal.

95

Considere um circuito elétrico quadrado alimentado por bateria. Sobre as forças magnéticas entre as correntes nos 4 lados do quadrado, assinale a afirmativa correta.

- (A) As forças tendem a expandir o circuito.
- (B) As forças tendem a contrair o circuito.
- (C) As forças tendem a girar o circuito no mesmo sentido da corrente.
- (D) As forças tendem a girar o circuito no sentido oposto ao da corrente.
- (E) As forças se cancelam e não há tendência a expansão nem a contração.

96

Sobre os *materiais magnéticos*, analise as afirmativas a seguir.

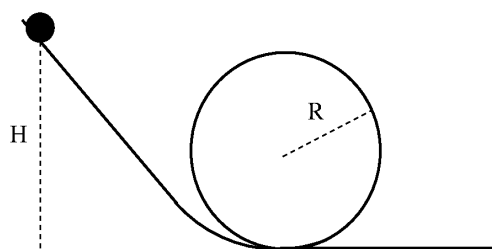
- I. Em um material ferromagnético, os *spins* eletrônicos se alinham espontaneamente em cada domínio.
- II. Em um material paramagnético, os *spins* eletrônicos se alinham paralelamente a um campo magnético externo.
- III. Em um material antiferromagnético, os *spins* eletrônicos se alinham no sentido oposto a um campo elétrico magnético externo.
- IV. O ferromagnetismo é destruído para temperaturas abaixo da temperatura de Curie.

Está correto o que se afirma em

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

97

Considere um corpo de massa m , momento de inércia I e raio r , que está inicialmente em repouso a uma altura H , no alto de uma rampa que termina em um loop vertical, de raio R , conforme a figura abaixo.



O corpo rola sem escorregar ao longo do trilho. Considere as afirmativas abaixo sobre a altura mínima H_{min} para que o corpo percorra todo o loop sem descolar do trilho:

- I. H_{min} depende da massa m
- II. H_{min} seria igual a $2R$ na ausência de atrito entre o corpo e o trilho
- III. H_{min} aumenta quando o momento de inércia aumenta

Está correto o que se afirma em

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

98

Considerando os decaimentos α , β e γ , indique a principal força fundamental envolvida em cada processo, nessa ordem.

- (A) Forte, forte e forte.
- (B) Forte, fraca e eletromagnética.
- (C) Fraca, fraca e fraca.
- (D) Fraca, forte e eletromagnética.
- (E) Forte, forte e eletromagnética.

99

Assinale a opção que indica a utilidade dos elementos moderadores em um reator de fissão nuclear.

- (A) Direcionar a radiação para o material físsil.
- (B) Absorver a radiação γ e controlar, assim, a reação.
- (C) Absorver os materiais físsis e inibir a reação em cadeia.
- (D) Diminuir a energia dos nêutrons, o que aumenta a sua seção de choque de absorção pelos elementos físsis.
- (E) Diminuir a intensidade do processo de fissão, absorvendo nêutrons e evitando, assim, que a reação em cadeia continue.

100

Sobre a relação entre equipotenciais de um campo elétrico, assinale a afirmativa correta.

- (A) As equipotenciais são tangentes ao campo elétrico.
- (B) O campo elétrico não pode cruzar duas equipotenciais.
- (C) As equipotenciais são sempre ortogonais ao campo elétrico.
- (D) As equipotenciais também são conhecidas como "linhas de campo".
- (E) As equipotenciais fazem um certo ângulo com o campo elétrico, que depende do valor e do sinal da carga teste.

Realização

