



SÍRIO-LIBANÊS

PROCESSO SELETIVO 2027 | RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL E UNIPROFISSIONAL SÍRIO-LIBANÊS

007. PROVA OBJETIVA

FÍSICA MÉDICA

Uniprofissional: Física Médica em Radioterapia
(OPÇÃO: 018)

- ▶ Você recebeu sua folha de respostas e este caderno contendo 50 questões objetivas.
- ▶ Confira seus dados impressos na capa deste caderno e na folha de respostas.
- ▶ Quando for permitido abrir o caderno, verifique se está completo ou se apresenta imperfeições. Caso haja algum problema, informe ao fiscal da sala para a devida substituição deste caderno.
- ▶ Leia cuidadosamente todas as questões e escolha a resposta que você considera correta.
- ▶ Marque, na folha de respostas, com caneta de tinta preta, a letra correspondente à alternativa que você escolheu.
- ▶ A duração da prova é de 4 horas, já incluído o tempo para o preenchimento da folha de respostas.
- ▶ Só será permitida a saída definitiva da sala e do prédio após transcorridas 3 horas do início da prova.
- ▶ Deverão permanecer em cada uma das salas de prova os 3 últimos candidatos, até que o último deles entregue sua prova e assine o termo respectivo.
- ▶ Ao sair, você entregará ao fiscal a folha de respostas e este caderno.
- ▶ Até que você saia do prédio, todas as proibições e orientações continuam válidas.

AGUARDE A ORDEM DO FISCAL PARA ABRIR ESTE CADERNO.

Nome do candidato _____

RG _____

Inscrição _____

Prédio _____

Sala _____

Carteira _____

QUESTÃO 01

Segundo a Lei Orgânica de Saúde, a direção do Sistema Único de Saúde (SUS) é exercida pelo Ministério da Saúde, no âmbito da União, pelas Secretarias de Estado da Saúde, no âmbito dos Estados e do Distrito Federal, e pelas Secretarias Municipais de Saúde, no âmbito dos Municípios.

Essa definição representa o princípio organizativo do SUS denominado

- (A) Regionalização.
- (B) Hierarquização.
- (C) Integralidade.
- (D) Comando Único.
- (E) Participação Social.

QUESTÃO 02

Para o planejamento, programação descentralizada e desenvolvimento de ações setoriais e intersetoriais, com impacto na situação, nos condicionantes e determinantes da saúde das pessoas e coletividades, deve ser considerado o reconhecimento das características do espaço onde a população nasce, cresce, vive, reproduz, trabalha e morre, incluindo suas condições sociais, econômicas, ambientais, culturais e epidemiológicas, de modo a orientar a organização das práticas de saúde e a definição de prioridades de intervenção pelas equipes da Atenção Primária à Saúde.

Esse processo é baseado em uma diretriz da Política nacional da Atenção Básica denominada

- (A) territorialização.
- (B) hierarquização.
- (C) redes de atenção à saúde.
- (D) planejamento estratégico situacional.
- (E) adscrição de clientela.

QUESTÃO 03

Em relação à Emergência em Saúde Pública de Importância Internacional relacionada à Doença pelo Vírus Ebola, considere o seguinte cenário hipotético:

Até 16 de maio de 2026, foram registrados 16 casos confirmados em laboratório de Doença pelo Vírus Ebola em determinada localidade, incluindo casos importados de viajantes provenientes da República Democrática do Congo. Entre esses casos confirmados, ocorreram 8 óbitos. Além disso, foram notificados 246 casos suspeitos, sendo que 1 caso foi descartado após teste laboratorial negativo, não sendo incluído na contagem de casos confirmados.

Com base apenas nos dados de casos confirmados, a letalidade da Doença pelo Vírus Ebola é de:

- (A) 25%
- (B) 40%
- (C) 50%
- (D) 60%
- (E) 75%

QUESTÃO 04

Para verificar o padrão epidemiológico e a cobertura vacinal do sarampo, foi realizado um estudo epidemiológico a partir de dados disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Uma determinada população foi acompanhada ao longo do tempo, sendo identificados indivíduos vacinados e não vacinados no início do período de observação, com posterior comparação da ocorrência de novos casos da doença entre esses dois grupos, ao longo de vários anos de seguimento.

Esse delineamento de estudo caracteriza-se como estudo

- (A) transversal.
- (B) caso-controle.
- (C) ecológico.
- (D) coorte.
- (E) de caso.

QUESTÃO 05

Um determinado município implementou ações para identificar trabalhadores expostos ao amianto, realizar a investigação diagnóstica, o acompanhamento clínico e garantir o acesso ao tratamento e à reabilitação, de forma articulada entre os diferentes níveis de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). Esse processo é organizado por padronizações técnicas que explicitam a organização da oferta de ações e serviços de saúde, orientando o percurso do usuário na Rede de Atenção à Saúde.

Esse processo é denominado

- (A) clínica ampliada.
- (B) gestão da clínica.
- (C) classificação de risco.
- (D) linha de cuidado.
- (E) horizontalização do cuidado.

QUESTÃO 06

De acordo com a Política Nacional de Vigilância em Saúde, considera-se atividade transversal no processo de trabalho da Vigilância em Saúde a

- (A) vigilância epidemiológica.
- (B) vigilância em saúde ambiental.
- (C) promoção da saúde.
- (D) vigilância sanitária.
- (E) análise de situação de saúde.

QUESTÃO 07

Um paciente foi mordido por um cão infectado pelo vírus da raiva e permaneceu assintomático durante algumas semanas, até apresentar os primeiros sinais da doença. Na história natural da doença, o intervalo entre a entrada do agente infeccioso no organismo e o aparecimento das primeiras manifestações clínicas corresponde ao período de

- (A) incubação.
- (B) latência.
- (C) transmissibilidade.
- (D) convalescença.
- (E) prodrômico.

QUESTÃO 08

No SUS, a elaboração dos instrumentos de planejamento e gestão definidos na legislação é condição necessária para o recebimento de transferências de recursos financeiros na área da saúde.

Os instrumentos utilizados pelos entes federativos para o planejamento e a gestão do SUS são:

- (A) Plano de Saúde, Programação Anual de Saúde e Relatório Anual de Gestão.
- (B) Plano Plurianual, Relatórios Quadrimestrais e Relatórios Anuais de Gestão.
- (C) Plano Diretor de Regionalização, Plano Plurianual e Relatório de Auditoria.
- (D) Lei Orçamentária Anual, Plano de Saúde e Relatório de Fiscalização Financeira.
- (E) Plano de Saúde, Plano Plurianual e Relatório de Prestação de Contas do Tribunal de Contas.

QUESTÃO 09

O Brasil vivencia uma tripla carga de doenças, caracterizada pela coexistência de doenças infecciosas e carenciais, aumento expressivo das causas externas e predomínio das condições crônicas não transmissíveis e seus fatores de risco.

Considerando esse cenário epidemiológico e os princípios organizativos do SUS, a abordagem adequada para o enfrentamento dessa situação se fundamenta na

- (A) priorização e destinação de recursos para ampliar as ações voltadas ao tratamento hospitalar das doenças crônicas, devido ao aumento da expectativa de vida da população.
- (B) direcionamento de esforços para o controle das doenças infecciosas, pois as condições crônicas e as causas externas possuem menor impacto na saúde da população.
- (C) integração de ações de promoção, prevenção e cuidado, considerando os diferentes perfis epidemiológicos e os determinantes sociais que influenciam o processo saúde-doença.
- (D) concentração de ações de saúde na ampliação de tecnologias e procedimentos especializados, independentemente das características dos territórios.
- (E) ampliação da oferta de ações específicas para cada grupo de doenças, priorizando intervenções direcionadas aos agravos de maior prevalência identificados no território.

QUESTÃO 10

Nos últimos anos, o Brasil e outros países têm enfrentado simultaneamente diferentes desafios sanitários, como surtos de doenças emergentes, impactos das mudanças climáticas, crises humanitárias, aumento das desigualdades sociais e permanência de problemas de saúde já conhecidos. Esses eventos afetam de forma distinta os grupos populacionais, dependendo das condições sociais, econômicas e ambientais em que vivem.

Considerando os desafios contemporâneos da Vigilância em Saúde, assinale a alternativa que apresenta uma abordagem adequada para esse cenário.

- (A) Fortalecer ações de monitoramento epidemiológico direcionadas aos agravos de maior ocorrência, utilizando indicadores de saúde para orientar a tomada de decisão.
- (B) Desenvolver estratégias integradas de vigilância que articulem informações epidemiológicas, ambientais e sociais, considerando as características dos territórios e as desigualdades existentes.
- (C) Ampliar a capacidade de resposta dos serviços de saúde por meio da incorporação de novas tecnologias e sistemas de informação voltados ao acompanhamento dos agravos.
- (D) Organizar intervenções de vigilância baseadas em protocolos nacionais padronizados, garantindo maior uniformidade na identificação e controle dos riscos sanitários.
- (E) Aprimorar ações de vigilância voltadas aos grupos populacionais mais expostos aos riscos, conforme os perfis epidemiológicos identificados.

QUESTÃO 11

Existem diferentes mecanismos de interação de partículas carregadas com a matéria, três dos quais são descritos a seguir:

- (i) a partícula interage com todo o átomo ou com os elétrons de camadas eletrônicas externas, resultando em excitação atômica e, raramente, ionização. É a interação mais frequente para partículas pesadas. Uma pequena fração de energia perdida pode ocorrer por emissão de radiação de Cherenkov;
- (ii) é uma colisão frontal na qual pode ocorrer grande perda de energia pela partícula e ionização do átomo. Raios delta podem ser produzidos neste tipo de colisão;
- (iii) a partícula primária perde uma parcela muito grande da sua energia (até toda ela), na forma de um fóton de raios X, no processo conhecido como Bremsstrahlung. Nas energias usuais de partículas carregadas, só é observado com elétrons ou pósitrons.

(Emico Okuno e Elisabeth Yoshimura. *Física das Radiações*. Adaptado)

Esses mecanismos de interação correspondem, respectivamente, a

- (A) (i) colisão inelástica com o átomo; (ii) colisão inelástica com elétron fortemente ligado; (iii) colisão inelástica com o núcleo.
- (B) (i) colisão elástica com o átomo; (ii) colisão elástica com elétron fortemente ligado; (iii) colisão elástica com o átomo.
- (C) (i) colisão elástica com o núcleo; (ii) colisão elástica com elétron fracamente ligado; (iii) colisão inelástica com o núcleo.
- (D) (i) colisão inelástica com o átomo; (ii) colisão inelástica com elétron fracamente ligado; (iii) colisão elástica com o núcleo.
- (E) (i) colisão inelástica com elétrons fortemente ligados; (ii) colisão elástica com elétron fortemente ligado; (iii) colisão elástica com o núcleo.

QUESTÃO 12

A teoria clássica do eletromagnetismo prevê que uma partícula de massa m e carga ze que se aproxime de um núcleo atômico de massa M e carga Ze será acelerada e, consequentemente, emitirá radiação X pelo processo de Bremsstrahlung. Considerando que a partícula é um elétron e que o núcleo atômico é do elemento químico tungstênio ($Z = 74$), a intensidade da radiação emitida será diretamente proporcional a

- (A) $74/m$.
- (B) $74/M$.
- (C) $74^2/m^2$.
- (D) $74^2/M^2$.
- (E) $74^2/m$.

QUESTÃO 13

O cálculo do coeficiente de atenuação mássico de um composto é dado pela seguinte equação:

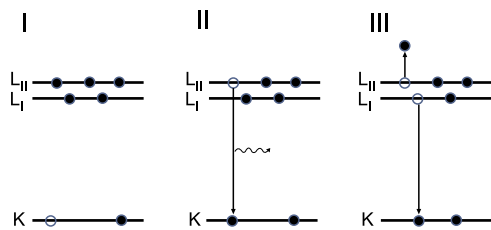
$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{comp} = \sum_i w_i \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_i$$

Nesta equação, os valores de w_i correspondem

- (A) aos números atômicos efetivos de cada material do composto.
- (B) às frações de massa de cada elemento químico do composto.
- (C) às frações de peso molecular de cada elemento químico do composto.
- (D) aos números de massa de cada elemento químico do composto.
- (E) às densidades de massa de cada material do composto.

QUESTÃO 14

Observe a figura a seguir, que apresenta, em I, a criação de um buraco na camada K de um átomo ocorrida após uma dada interação (efeito fotoelétrico ou captura eletrônica):



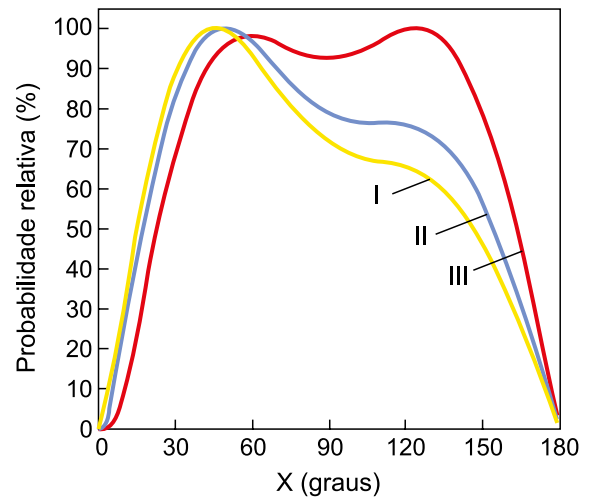
(Emico Okuno e Elisabeth Yoshimura. *Física das Radiações*. Adaptado)

Os processos de desexcitação atômica apresentados em II e III competem entre si e correspondem, respectivamente, às emissões

- (A) (II) de um fóton K_L e (III) de um elétron Auger polienergético.
- (B) (II) de um fóton $K\alpha$ e (III) de um fotoelétron.
- (C) (II) de um fotoelétron e (III) de um pósitron.
- (D) (II) de um fóton $K\alpha$ e (III) de um elétron Auger monoenergético.
- (E) (II) de um fóton K_L e (III) de um raio delta.

QUESTÃO 15

A figura a seguir apresenta a probabilidade relativa de espalhamento Compton em função de um ângulo de espalhamento:



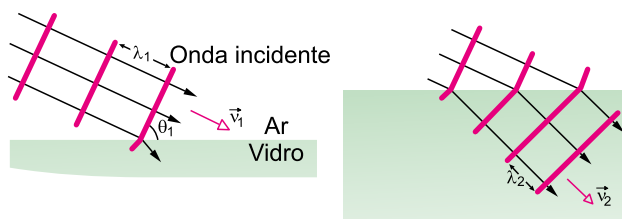
(Jerrold T. Bushberg et al. *The essential physics of medical imaging*. Adaptado)

As energias E_I , E_{II} e E_{III} dos fótons incidentes relativos às curvas I, II e III e o eixo das abscissas, X, são corretamente representados como

- (A) $E_I = E_{II} = E_{III}$ e X representa o ângulo de espalhamento dos fótons.
- (B) $E_I > E_{II} > E_{III}$ e X representa o ângulo de espalhamento dos fótons.
- (C) $E_I < E_{II} < E_{III}$ e X representa o ângulo de espalhamento dos fótons.
- (D) $E_I = E_{II} = E_{III}$ e X representa o ângulo de espalhamento dos elétrons.
- (E) $E_I > E_{II} > E_{III}$ e X representa o ângulo de espalhamento dos elétrons.

QUESTÃO 16

Considere a figura a seguir, que representa uma onda plana de comprimento de onda λ_1 e velocidade v_1 no ar, atingindo uma interface de vidro, onde adquire um comprimento de onda λ_2 e velocidade v_2 :



(Halliday&Resnik, *Óptica e Física Moderna* – Vol. 4. Adaptado)

Esse fenômeno e o princípio que o explica são, respectivamente,

- (A) reflexão e princípio de Huygens.
- (B) interferência e princípio de Heisemberg.
- (C) difração e princípio da correspondência.
- (D) refração e princípio de Huygens.
- (E) absorção e princípio de Heisemberg.

QUESTÃO 17

Sabe-se que uma condição para que ocorra o decaimento nuclear com emissão de partículas alfa é que a massa nuclear do núcleo pai deve ser superior à soma das massas nucleares do núcleo filho e da partícula alfa. Além dessa condição, para que o decaimento ocorra, é necessário

- (A) somente que dois prótons e dois nêutrons estejam juntos no núcleo.
- (B) somente que a partícula alfa escape do poço de potencial ao qual está armadilhada.
- (C) que dois prótons e dois nêutrons estejam juntos no núcleo e que a partícula alfa formada escape do potencial coulombiano atrativo do núcleo.
- (D) que dois prótons e dois nêutrons estejam juntos no núcleo e que a partícula alfa formada escape do poço de potencial ao qual está armadilhada.
- (E) somente que dois prótons e dois nêutrons escapem do poço de potencial ao qual estão armadilhados, uma vez que a partícula alfa só é formada fora do núcleo.

Leia o texto a seguir para responder às questões de 18 a 20:

As interações entre a radiação ionizante e os materiais dependem das características da radiação e dos átomos irradiados. Para o estudo dos mecanismos de interação da radiação com a matéria, costuma-se utilizar duas classificações, I e II, para as partículas, fundamentadas na modelagem utilizada para descrevê-las, que têm como base a Eletrodinâmica Quântica, para as interações entre campos eletromagnéticos e cargas em movimento, e a Física Nuclear, para a interação entre os nucleons.

(Emico Okuno e Elisabeth Yoshimura. *Física das Radiações*. Adaptado)

QUESTÃO 18

Assinale a alternativa que define corretamente as classificações I e II.

- (A) I: radiação ionizante primária, constituída por partículas com carga elétrica, como elétrons e pósitrons; e II: radiação ionizante secundária, constituída por partículas sem carga elétrica, como fótons e nêutrons.
- (B) I: radiação diretamente ionizante, constituída por partículas sem carga elétrica, como fótons e nêutrons; e II: radiação indiretamente ionizante, constituída por partículas com carga elétrica, como elétrons e pósitrons.
- (C) I: radiação ionizante primária, constituída por partículas sem carga elétrica, como fótons e nêutrons; e II: radiação ionizante secundária, constituída por partículas com carga elétrica, como elétrons e pósitrons.
- (D) I: radiação diretamente ionizante, constituída por partículas com carga elétrica, como elétrons e fótons; e II: radiação indiretamente ionizante, constituída por partículas sem carga elétrica, como pósitrons e nêutrons.
- (E) I: radiação diretamente ionizante, constituída por partículas com carga elétrica, como elétrons e pósitrons; e II: radiação indiretamente ionizante, constituída por partículas sem carga elétrica, como fótons e nêutrons.

QUESTÃO 19

Uma das classificações apresentadas no texto considera a interação de partículas carregadas. Estas partículas podem ser classificadas como

- (A) rápidas pesadas: partículas com massa de repouso superior a 511 keV e energia cinética maior que a energia de ligação dos elétrons aos átomos do meio.
- (B) rápidas leves: partículas com massa de repouso inferior a 511 keV e energia cinética menor que a energia de ligação dos elétrons aos átomos do meio.
- (C) rápidas pesadas: partículas com massa de repouso superior a 511 MeV e energia cinética menor que a energia de ligação dos elétrons aos átomos do meio.
- (D) lentas leves: partículas com massa de repouso igual a 511 keV e energia cinética próxima à energia térmica de 0,025 eV.
- (E) lentas pesadas: partículas com massa de repouso superior a 511 keV, independentemente de sua energia cinética.

QUESTÃO 20

Considerando os mecanismos de interação dessas partículas com o meio, é correto afirmar que

- (A) elétrons, pósitrons e nêutrons interagem através da ação de forças coulombianas com as cargas do meio; fótons interagem através de campos eletromagnéticos com as partículas carregadas do meio; e partículas alfa interagem através da força nuclear forte com prótons e nêutrons dos núcleos atômicos.
- (B) elétrons, pósitrons e partículas alfa interagem através da ação de campos eletromagnéticos com as cargas do meio; fótons interagem através de forças coulombianas com as partículas carregadas do meio; e nêutrons interagem através da força nuclear forte com prótons e nêutrons dos núcleos atômicos.
- (C) elétrons, pósitrons e partículas alfa interagem através da ação de forças coulombianas com as cargas do meio; fótons interagem através de campos eletromagnéticos com as partículas carregadas do meio; e nêutrons interagem através da força nuclear forte com prótons e nêutrons dos núcleos atômicos.
- (D) elétrons, pósitrons e partículas alfa interagem através da ação de forças coulombianas com as cargas do meio; fótons interagem através da força nuclear forte com prótons e nêutrons dos núcleos atômicos; e nêutrons interagem através de campos eletromagnéticos com as partículas carregadas do meio.
- (E) fótons, pósitrons e partículas alfa interagem através da ação de forças coulombianas com as cargas do meio; elétrons interagem através de campos eletromagnéticos com as partículas carregadas do meio; e nêutrons interagem através da força nuclear fraca com prótons e nêutrons dos núcleos atômicos.

QUESTÃO 21

Alguns elementos químicos possuem núcleos atômicos particularmente estáveis. Estes núcleos atômicos têm números de nêutrons ou de prótons pares iguais a 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126.

Assinale a alternativa que identifica, correta e respectivamente, como esses números são chamados e o modelo nuclear que melhor explica este fenômeno.

- (A) Números mágicos e modelo de camadas.
- (B) Números de massa e modelo de camadas.
- (C) Números de nucleons e modelo de Bohr.
- (D) Números de nucleons e modelo da gota líquida.
- (E) Números mágicos e modelo da gota líquida.

QUESTÃO 22

Considere uma amostra com N átomos radioativos que decaem para núcleos estáveis e as seguintes definições sobre tempos característicos relacionados ao decaimento radioativo dessa amostra:

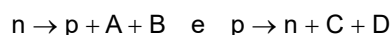
- I. tempo necessário para que a quantidade de núcleos radioativos iniciais caia para $N/2$;
- II. tempo necessário para que a quantidade de núcleos radioativos iniciais caia para N/e (sendo $e \approx 2,718281828459...$).

Assinale a alternativa que identifica, correta e respectivamente, I e II.

- (A) (I) vida média e (II) meia-vida efetiva.
- (B) (I) meia-vida biológica e (II) vida média.
- (C) (I) meia-vida física e (II) meia-vida biológica.
- (D) (I) meia-vida física e (II) vida média.
- (E) (I) vida média e (II) meia-vida física.

QUESTÃO 23

O decaimento beta pode ocorrer por dois mecanismos distintos que emitem partículas positivas e negativas, além de partículas neutras, muito penetrantes, que viajam à velocidade da luz. Estes dois mecanismos de decaimento podem ser equacionados do seguinte modo:



Considerando que n representa um nêutron e p um próton, assinale a alternativa que identifica corretamente as letras A, B, C e D.

- (A) A: beta mais; B: antineutrino; C: beta menos e D: neutrino.
- (B) A: beta menos; B: antineutrino; C: beta mais e D: neutrino.
- (C) A: beta menos; B: fóton; C: beta mais e D: fóton.
- (D) A: beta mais; B: neutrino; C: beta menos e D: antineutrino.
- (E) A: beta mais; B: fóton; C: beta menos e D: fóton.

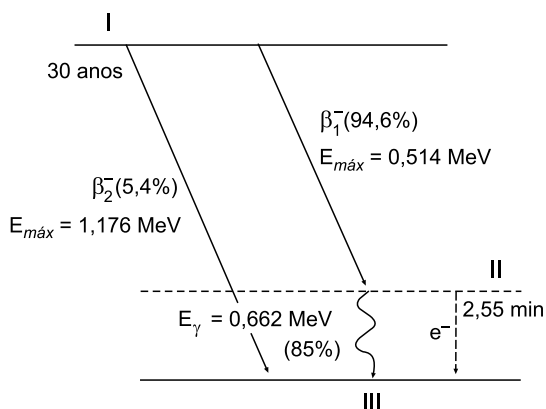
QUESTÃO 24

Considere um núcleo pai com excesso de prótons que, quando decai, a diferença entre as massas atômicas do núcleo pai e do núcleo filho, em unidades de energia, é menor que 1,022 MeV. Nestas condições, o que ocorreu foi

- (A) um decaimento beta mais.
- (B) um decaimento beta menos.
- (C) um decaimento gama.
- (D) um decaimento alfa.
- (E) uma captura eletrônica.

QUESTÃO 25

O elemento químico radioativo Césio 137 foi muito utilizado em radioterapia e ficou muito conhecido pela população após o acidente radiológico de Goiânia. O esquema a seguir representa o que ocorre neste decaimento quando são emitidas partículas beta menos de diferentes energias máximas e fótons de 0,662 MeV.



(Emico Okuno e Elisabeth Yoshimura. *Física das Radiações*. Adaptado)

Assinale a alternativa que representa corretamente os elementos químicos em I, II e III.

- (A) I: $^{137}_{56}\text{Ba}$; II: $^{137m}_{55}\text{Cs}$ e III: $^{137}_{55}\text{Cs}$
- (B) I: $^{137}_{56}\text{Ba}$; II: $^{137}_{55}\text{Cs}$ e III: $^{137m}_{55}\text{Cs}$
- (C) I: $^{137}_{55}\text{Cs}$; II: $^{138}_{55}\text{Ba}$ e III: $^{138m}_{55}\text{Ba}$
- (D) I: $^{137}_{55}\text{Cs}$; II: $^{137m}_{56}\text{Ba}$ e III: $^{137}_{56}\text{Ba}$
- (E) I: $^{137}_{55}\text{Cs}$; II: $^{137}_{56}\text{Ba}$ e III: $^{137m}_{56}\text{Ba}$

QUESTÃO 26

Radionuclídeos podem decair gerando isótopos filhos também radioativos. Considere um radionuclídeo pai que decai com meia-vida T1 e um radioisótopo filho que decai com meia-vida T2. Nos casos em que T1 é muito maior que T2 e em que T1 é somente ligeiramente maior que T2, identificamos esses decaimentos, respectivamente, como

- (A) equilíbrio secular e equilíbrio transiente.
- (B) sem equilíbrio e equilíbrio transiente.
- (C) equilíbrio transiente e equilíbrio secular.
- (D) equilíbrio secular e sem equilíbrio.
- (E) equilíbrio transiente e sem equilíbrio.

QUESTÃO 27

Em relação ao Pico de Bragg, é correto afirmar que este fenômeno

- (A) ocorre com partículas carregadas leves, uma vez que o poder de freamento por colisão aumenta com a diminuição da energia da partícula devido a interações colisionais.
- (B) não ocorre com partículas carregadas pesadas, uma vez que suas trajetórias são muito variadas e, à medida que suas energias diminuem devido a interações radiativas, há uma dispersão da energia depositada.
- (C) ocorre com partículas carregadas pesadas devido ao aumento da densidade de ionizações com a redução da energia cinética das partículas.
- (D) ocorre com partículas carregadas leves, uma vez que suas trajetórias não variam muito; à medida que suas energias diminuem devido a interações colisionais, há uma maior densidade de ionizações.
- (E) não ocorre com partículas carregadas pesadas, uma vez que o poder de freamento por colisão aumenta com a diminuição da energia da partícula devido a interações radiativas.

QUESTÃO 28

Quais são as duas leis de Maxwell associadas, respectivamente, ao processo de alinhamento de prótons e à detecção de sinal que permitem a formação das imagens pela técnica de ressonância magnética?

- (A) Lei de Gauss para a eletricidade e Lei de Gauss para o magnetismo.
- (B) Lei de Ampère e Lei de Faraday.
- (C) Lei de Faraday e Lei de Gauss para o magnetismo.
- (D) Lei de Ampère e Lei de Gauss para a eletricidade.
- (E) Lei de Gauss para a eletricidade e Lei de Ampère.

QUESTÃO 29

Suponha que um ciclotron pode acelerar tanto núcleos de átomos de hidrogênio quanto de oxigênio-18 com a mesma frequência. Sabendo que o campo magnético de um ciclotron necessário pra acelerar uma partícula com uma dada frequência é diretamente proporcional à massa da partícula e inversamente proporcional à sua carga elétrica, qual é o valor aproximado da razão entre os campos magnéticos necessários para acelerar os núcleos de oxigênio 18 e de hidrogênio?

- (A) 1
- (B) 0,50
- (C) 2,00
- (D) 0,44
- (E) 2,25

QUESTÃO 30

Um acelerador de elétrons operando a 22 MeV fornece energia cinética a elétrons (massa m_e) que chegam a $99,9c$, sendo c a velocidade da luz. Com essa velocidade, o Fator de Lorentz utilizado nas equações relativísticas é da ordem de 44. Dadas essas considerações, qual é a massa dinâmica dos elétrons (m_d) em movimento e quanto tempo, aproximadamente, passa para estes elétrons em seu referencial se o acelerador ficar ligado por 22 segundos?

- (A) $m_d = m_e/44$ e passaram 500 milissegundos.
- (B) $m_d = 44 m_e$ e passaram 500 milissegundos.
- (C) $m_d = 44 m_e$ e passaram 16 minutos.
- (D) $m_d = 44 m_e$ e passaram 22 segundos.
- (E) $m_d = m_e$ e passaram 500 milissegundos.

QUESTÃO 31

O contador Geiger-Müller é um detector a gás, em que uma única ionização no gás provoca uma avalanche de ionizações, fornecendo um sinal único, independentemente da quantidade de energia depositada no meio. Sobre a mistura de gases que preenche esse tipo de detector, é correto afirmar que

- (A) um gás nobre é usado em pequena proporção para auxiliar na extinção da descarga produzida pela avalanche de ionizações.
- (B) o gás de extinção (*quenching*) é, em geral, constituído de moléculas pequenas que neutralizam os elétrons produzidos na ionização.
- (C) um gás que permite a formação de íons negativos é usado em grande proporção para produzir a multiplicação de cargas.
- (D) um gás nobre é utilizado em grandes proporções porque ele é composto de moléculas diatômicas que têm alto potencial de ionização.
- (E) o gás de extinção (*quenching*) é usado em pequena proporção e reduz o tempo de resposta do detector.

QUESTÃO 32

A respeito dos diferentes tipos de câmaras de ionização, é correto afirmar que câmaras

- (A) de ar livre são consideradas padrão primário e usadas para determinações de kerma no ar.
- (B) de cavidade são usadas exclusivamente como instrumentos secundários, de referência ou de campo.
- (C) de placas paralelas são um tipo de câmara de cavidade, mas possuem uma janela espessa para uso em energias de fótons de megavoltagem.
- (D) cilíndricas são um tipo de câmara de cavidade, mas possuem uma janela de fina para uso em feixes de elétrons.
- (E) de transmissão de placas paralelas possuem janelas de entrada e saída espessas para garantir o equilíbrio de partículas carregadas ao monitorar o rendimento de uma fonte de radiação.

QUESTÃO 33

Dosímetros termoluminescentes (TLD) são empregados em diversas aplicações em física médica.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente duas desvantagens do uso desse tipo de detector.

- (A) Alto custo e sinal termoluminescente espúrio.
- (B) Incompatibilidade com automação e história térmica.
- (C) Instabilidade da leitura e sinal termoluminescente espúrio.
- (D) Pequenas dimensões e número efetivo diferente de tecidos biológicos.
- (E) Pequenas dimensões e sensibilidade à luz.

QUESTÃO 34

Calorímetros são dosímetros padrão-primário para a determinação da dose absorvida com alto nível de exatidão. Considere dois calorímetros ideais compostos por água e grafite, em que não há perda de calor e o defeito térmico é desprezível. Dados os valores de calor específico: $c_{\text{água}} = 4181 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ e $c_{\text{grafite}} = 710 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, qual é a razão entre os aumentos das temperaturas da água e do grafite quando expostos a uma mesma dose de radiação?

- (A) 5,9
- (B) 2,9
- (C) 1,0
- (D) 0,34
- (E) 0,17

QUESTÃO 35

Uma dose no ar de 10 mGy é estimada como resultado da exposição a um feixe de fótons com energia de 50 keV. Considerando que a condição de equilíbrio de partículas carregadas é alcançada, determine a fluência de fótons do feixe.

Dados: $\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{ar}} = 4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{g}$ e $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

- (A) 1×10^{12} fótons/mm²
- (B) 1×10^{12} fótons/m²
- (C) 3×10^{12} fótons/m²
- (D) 3×10^{14} fótons/m²
- (E) 3×10^{14} fótons/cm²

QUESTÃO 36

A relação entre as grandezas dosimétricas dose absorvida (D) e kerma (K), para um feixe de fótons, depende da profundidade no meio.

Assinale a alternativa que representa corretamente a relação entre estas grandezas dosimétricas na região de *build-up* (profundidades menores que o alcance máximo dos elétrons secundários). Considere que a atenuação do feixe de fótons e as perdas por *bremsstrahlung* são negligenciáveis.

- (A) $D = K$
- (B) $D > K$
- (C) $D < K$
- (D) $D \gg K$
- (E) $D = 2K$

No modelo atômico de Bohr, os elétrons em um átomo se movem em uma órbita circular ao redor de um núcleo denso e carregado positivamente. Para as questões de 37 a 39, considere que o desenvolvimento do modelo de Bohr combinou as leis clássicas da mecânica e da eletrostática com a teoria quântica. Assuma que m é a massa do elétron, r é o raio da órbita circular, v é a velocidade do elétron na órbita e n representa o número quântico associado a cada órbita.

QUESTÃO 37

A força de atração coulombiana que atua sobre o elétron na órbita circular de raio r é

- (A) diretamente proporcional ao raio r da órbita circular.
- (B) diretamente proporcional ao número atômico do átomo.
- (C) inversamente proporcional à velocidade do elétron na órbita.
- (D) inversamente proporcional à carga do elétron.
- (E) inversamente proporcional à massa do elétron.

QUESTÃO 38

Considerando que a velocidade do elétron na órbita é $v = n\hbar/mr$, qual é a força centrípeta que mantém o elétron em sua órbita circular com raio r ?

- (A) $\frac{(n\hbar)^2}{mr^3}$
- (B) $\frac{(n\hbar)^2}{mr^2}$
- (C) $\frac{(n\hbar)^3}{m^2r^4}$
- (D) $\frac{n\hbar^2}{mr^3}$
- (E) $\frac{n\hbar}{r^2}$

QUESTÃO 39

Assinale a alternativa correta a respeito das previsões do modelo de Bohr sobre a emissão e/ou absorção de radiação eletromagnética.

- (A) Em um processo em que o átomo absorve energia, um elétron sofre uma transição de um estado excitado para o estado fundamental.
- (B) O estado fundamental do átomo será o estado no qual o elétron tem a maior energia, sendo chamado de estado excitado.
- (C) O átomo excitado emite energia na forma de radiação eletromagnética para voltar ao estado fundamental.
- (D) Para retornar ao estado fundamental o átomo emite radiação eletromagnética em um intervalo contínuo de frequências.
- (E) Em um grande número de processos de excitação e desexcitação, o espectro atômico é composto por radiação de uma única frequência.

QUESTÃO 40

Suponha que, em um experimento semelhante ao realizado em 1923 por Compton, um feixe de raios X de 500 keV é espalhado por um alvo, e o espalhamento é medido a um dado ângulo. Os raios X espalhados são medidos com energia de 250 keV. Neste experimento, qual é o valor do deslocamento Compton?

Dados: $c = 3 \times 10^8$ m/s e $h = 4 \times 10^{-15}$ e V.s.

- (A) 0,012 Å
- (B) 0,024 Å
- (C) 0,12 Å
- (D) 1,2 Å
- (E) 2,4 Å

QUESTÃO 41

As soluções da equação de Schrödinger permitem obter as autofunções, autovalores e funções de onda para sistemas relacionados a partículas não ligadas e ligadas para diferentes formas da função de energia potencial $V(x)$.

Assinale a alternativa que apresenta, correta e respectivamente, (I) o tipo de sistema físico, (II) o principal resultado da solução da equação de Schrödinger e (III) um exemplo físico de aplicação para esse sistema.

- (A) (I) Potencial degrau, com energia total da partícula acima do topo do degrau; (II) efeito túnel; (III) próton em um feixe de ciclotron.
- (B) (I) Barreira de potencial, com energia total da partícula acima do topo da barreira; (II) quantização da energia; (III) emissão de partícula alfa.
- (C) (I) Barreira de potencial, com energia total da partícula abaixo do topo da barreira; (II) reflexão parcial na descontinuidade do potencial; (III) átomo de uma molécula diatômica vibrando.
- (D) (I) Poço de potencial quadrado finito, com energia total da partícula abaixo do topo do poço; (II) quantização da energia; (III) nêutron num estado ligado no núcleo.
- (E) (I) Potencial do oscilador harmônico simples; (II) energia de ponto zero; (III) nêutron num estado ligado ao núcleo.

QUESTÃO 42

O acelerador de elétrons do Sirius acelera elétrons até quase a velocidade da luz, com energia de 3 GeV, visando produzir radiação sincrotron. Considerando que a energia cinética do elétron é muito maior que sua energia de repouso e usando a aproximação $p \cong E/c$, qual é o comprimento de onda de De Broglie associado a este feixe de elétrons?

Dados: $c = 3 \times 10^8$ m/s, $h \cong 6,6 \times 10^{-34}$ J.s, e $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J

- (A) 2×10^{-14} m
- (B) 4×10^{-14} m
- (C) 4×10^{-16} m
- (D) 6×10^{-16} m
- (E) 2×10^{-19} m

QUESTÃO 43

A solução da equação de Schrödinger para átomos de um elétron prevê a quantização do momento angular orbital.

O módulo do momento angular orbital é $L = \sqrt{L_x^2 + L_y^2 + L_z^2}$

Assinale a alternativa que apresenta corretamente as relações de quantização entre os números quânticos azimutal, l , e magnético, m_l , com (I) o módulo de L e (II) uma de suas componentes.

(A) I: $L = \sqrt{m_l(l+1)} \hbar$; (II) $L_z = m_l \hbar$

(B) I: $L = \sqrt{m_l(m_l+1)} \hbar$; (II) $L_x = l \hbar$

(C) I: $L = \sqrt{m_l(l+1)} \hbar$; (II) $L_y = m_l \hbar$

(D) I: $L = \sqrt{l(l-1)} \hbar$; (II) $L_x = m_l \hbar$

(E) I: $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$; (II) $L_z = m_l \hbar$

QUESTÃO 44

A pressão arterial de um indivíduo deitado é aproximadamente uniforme em todo o corpo, mas é dependente da região do corpo quando o indivíduo está em pé. Considerando um indivíduo de 1,70 m de altura em pé, qual será a diferença de pressão entre os pés e a cabeça?

Dados: densidade do sangue $\approx 1 \text{ g/cm}^3$ e $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

(A) 17 Pa

(B) 34 Pa

(C) 85 Pa

(D) 17 kPa

(E) 34 kPa

QUESTÃO 45

Um fóton com energia $h\nu$ interage com um material de número atômico Z através do efeito fotoelétrico. Sobre o efeito fotoelétrico, é correto afirmar que a seção de choque por

(A) átomo varia com a energia do fóton de forma monotônica, contínua e proporcional $h\nu^{-3}$.

(B) elétron tem valores mínimos em energias ligeiramente superiores às de ligação do elétron.

(C) átomo varia de forma diretamente proporcional a Z^2 para materiais de baixo número atômico.

(D) elétron varia de forma diretamente proporcional a $h\nu^3$ para materiais de alto número atômico e altas energias.

(E) grama varia de forma aproximada diretamente proporcional a Z^3 para materiais de alto número atômico.

QUESTÃO 46

Quando um fóton com energia superior a 1,022 MeV interage com o campo nuclear de um átomo, ele pode ser absorvido, e toda sua energia convertida em massa de repouso e energia cinética de um par elétron-pósitron. Sobre os valores médios das energias cinéticas do elétron ($\bar{K}_-$) e do pósitron ($\bar{K}_+$) resultantes desse processo de interação, é correto afirmar que

(A) $\bar{K}_+ = \bar{K}_-$, pois as partículas têm a mesma massa e carga.

(B) $\bar{K}_+ > \bar{K}_-$, por causa da repulsão entre núcleo e pósitron.

(C) $\bar{K}_+ < \bar{K}_-$, por causa da repulsão entre a eletrosfera e elétron.

(D) $\bar{K}_+ \gg \bar{K}_-$, pois o elétron é aprisionado pelo núcleo.

(E) $\bar{K}_+ = 0$ e $\bar{K}_- > 0$, pois o pósitron sofre aniquilação na interação com o elétron atômico.

QUESTÃO 47

Quando fótons de energia $h\nu$ interagem com um meio, as frações de energia média transferida para o meio ($\bar{E}_{tr} / h\nu$) e absorvida pelo meio ($\bar{E}_{ab} / h\nu$) por interação dependem das probabilidades de interações dos fótons e das partículas secundárias.

A respeito da dependência das frações ($\bar{E}_{tr} / h\nu$) e ($\bar{E}_{ab} / h\nu$) com as propriedades do meio e com a energia da radiação incidente, é correto afirmar que

- (A) $(\bar{E}_{tr} / h\nu) = (\bar{E}_{ab} / h\nu)$, para todo o intervalo de energia dos fótons em materiais de alto número atômico.
- (B) $(\bar{E}_{tr} / h\nu) \gg (\bar{E}_{ab} / h\nu)$, para fótons de energia na ordem de keV em materiais de baixo número atômico.
- (C) $(\bar{E}_{tr} / h\nu) \ll (\bar{E}_{ab} / h\nu)$, para fótons de energia na ordem de MeV em materiais de alto número atômico.
- (D) $(\bar{E}_{tr} / h\nu) \geq (\bar{E}_{ab} / h\nu)$, para todo o intervalo de energia dos fótons em materiais de baixo número atômico.
- (E) $(\bar{E}_{tr} / h\nu) \leq (\bar{E}_{ab} / h\nu)$, para fótons de energia na ordem de keV em materiais de alto número atômico.

QUESTÃO 48

Qual é a interação do fóton com o átomo como um todo em que não ocorre a transferência de energia para o meio?

- (A) Efeito fotoelétrico.
- (B) Espalhamento Compton.
- (C) Efeito fotonuclear.
- (D) Espalhamento Rayleigh.
- (E) Produção de pares.

QUESTÃO 49

Qual é o nome do efeito relacionado à variação da intensidade do feixe na direção do eixo anodo-catodo de um tubo de raios X devido à produção de radiação de freamento em diferentes profundidades do alvo?

- (A) Efeito Hall.
- (B) Efeito termiônico.
- (C) Efeito anódico.
- (D) Efeito catódico.
- (E) Efeito de borramento.

QUESTÃO 50

Suponha um ambiente em vácuo onde uma partícula A com massa de $4 \mu\text{g}$ e com velocidade de 900 km/h sofre uma colisão perfeitamente inelástica com uma partícula B com massa de $6 \mu\text{g}$ em repouso.

Quais são, respectivamente, os módulos das velocidades finais das partículas A (v_{AF}) e B (v_{BF}) após a colisão?

- (A) $v_{AF} = v_{BF} = 100 \text{ m/s}$
- (B) $v_{AF} = v_{BF} = 360 \text{ m/s}$
- (C) $v_{AF} = 540 \text{ m/s}$ e $v_{BF} = 360 \text{ m/s}$
- (D) $v_{AF} = 360 \text{ m/s}$ e $v_{BF} = 500 \text{ m/s}$
- (E) $v_{AF} = 150 \text{ m/s}$ e $v_{BF} = 100 \text{ m/s}$

RASCUNHO

