



# SÍRIO-LIBANÊS

PROCESSO SELETIVO 2026 | RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL E UNIPROFISSIONAL SÍRIO-LIBANÊS

## 007. PROVA OBJETIVA

### FÍSICA MÉDICA

Uniprofissional: **Física Médica em Radioterapia**  
(OPÇÃO: 019)

- 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 \_\_\_\_\_



## CONHECIMENTOS GERAIS

### SAÚDE COLETIVA

01. Durante um debate sobre a saúde pública no Brasil, um colega de trabalho menciona que a criação do Sistema Único de Saúde (SUS) foi um marco que consolidou o direito à saúde como um dever do Estado.

É correto afirmar que o principal dispositivo legal que estabeleceu a saúde como “direito de todos e dever do Estado” foi a

- (A) Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.080/90).
- (B) Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.142/90).
- (C) 8ª Conferência Nacional de Saúde.
- (D) Declaração Universal dos Direitos Humanos.
- (E) Constituição Federal de 1988.

02. Paciente em situação de rua procura atendimento em uma Unidade Básica de Saúde relatando febre e tosse persistente há duas semanas. A equipe de saúde avalia a necessidade de encaminhamento para investigação de tuberculose. O princípio doutrinário do Sistema Único de Saúde (SUS) que está diretamente relacionado à garantia de que esse paciente, independentemente de sua condição social, terá direito ao atendimento é o da

- (A) Descentralização.
- (B) Universalidade.
- (C) Integralidade.
- (D) Regionalização.
- (E) Hierarquização.

03. Trabalhador da construção civil sofreu uma queda de andaime durante o expediente e foi levado a uma unidade de pronto atendimento onde foi devidamente atendido.

Considerando as normas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e a Lista Nacional de Notificação Compulsória, em relação à notificação desse caso, é correto afirmar:

- (A) o acidente de trabalho não faz parte da lista de agravos de notificação compulsória.
- (B) o acidente de trabalho só deve ser notificado quando acometer trabalhador do mercado formal de trabalho com registro em carteira.
- (C) somente os acidentes de trabalho graves, fatais ou ocorridos em crianças e adolescentes são de notificação.
- (D) é obrigação de qualquer profissional de saúde do serviço fazer a notificação.
- (E) a obrigação de notificar o acidente é exclusivamente do médico do serviço.

04. Em uma reunião de equipe de Saúde da Família (eSF) em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), é apresentado o caso da família Silva. Três dos membros adultos possuem doenças crônicas (Hipertensão e Diabetes) e demonstram baixíssima adesão ao tratamento medicamentoso e não medicamentoso, com frequentes consultas não programadas à emergência hospitalar.

Considerando os princípios da Atenção Primária à Saúde (APS) e a Estratégia Saúde da Família (ESF), a conduta mais adequada a ser tomada pela equipe deverá ser a de

- (A) referenciar os pacientes para o Núcleo Ampliado de Saúde da Família e Atenção Básica (NASF-AB), solicitando que um profissional especialista assuma a condução clínica dos casos para melhor controle metabólico.
- (B) priorizar a realização imediata de exames clínicos de alta complexidade e a reavaliação da farmacoterapia pelos médicos da equipe, garantindo a correção rápida de possíveis erros na prescrição inicial.
- (C) desenvolver um Projeto Terapêutico Singular (PTS) para a família, com a inserção de visitas domiciliares regulares para identificação de barreiras sociais, reforço do vínculo e articulação de um plano de cuidado intersetorial.
- (D) direcionar os pacientes crônicos para a unidade de pronto atendimento mais próxima, assegurando que o atendimento especializado e a estabilização de possíveis descompensações sejam priorizados antes do acompanhamento na UBS.
- (E) realizar a matrícula compulsória dos membros da família nos grupos educativos da UBS e monitorar a presença, entendendo que a participação coletiva regular é o fator de maior impacto para o manejo das doenças crônicas.

**05.** Em uma Conferência Municipal de Saúde, são aprovadas propostas para ampliar a Atenção Primária e fortalecer a saúde mental. Após o evento, participantes questionam se essas decisões obrigam o governo municipal a cumpri-las.

O entendimento correto sobre o papel das Conferências de Saúde é que elas

- (A) são instâncias que avaliam a situação de saúde e propõem diretrizes para as políticas públicas, servindo de base para a formulação dos planos de saúde.
- (B) são órgãos do SUS com poder para implementar imediatamente as decisões aprovadas.
- (C) são espaços de consulta popular, sem poder deliberativo para o planejamento do SUS, tendo apenas função de aconselhamento.
- (D) funcionam como instância permanente de controle social, juntamente com os Conselhos de Saúde.
- (E) têm caráter técnico-científico, destinadas à discussão de protocolos assistenciais.

**06.** Na mesma UBS, a equipe identifica aumento de casos de baixo peso em crianças menores de dois anos e atraso nas consultas de puericultura. Após discussão, decidem revisar o acompanhamento das famílias e intensificar visitas domiciliares, priorizando ações de orientação alimentar e de estímulo ao aleitamento materno. Essa conduta está alinhada à política de atenção integral à saúde da criança, pois

- (A) centraliza o cuidado na correção de déficits nutricionais por meio de suplementação medicamentosa.
- (B) foca exclusivamente nas ações médicas e no acompanhamento de doenças prevalentes.
- (C) prioriza o atendimento em pronto atendimento, garantindo maior agilidade no diagnóstico.
- (D) transfere o acompanhamento para serviços especializados, reduzindo a sobrecarga da Atenção Primária.
- (E) valoriza a vigilância do crescimento e desenvolvimento e a atuação interprofissional para promoção da saúde infantil.

**07.** A alta taxa de readmissão de pacientes com doenças crônicas levou uma equipe hospitalar multidisciplinar a propor um plano de cuidado que articula o serviço hospitalar com a Atenção Primária e o suporte social.

Essa abordagem está fundamentada no princípio da Integralidade, pois

- (A) prioriza a concentração de recursos e decisões no ambiente hospitalar, entendendo que a complexidade clínica do paciente crônico demanda intervenções essencialmente especializadas.
- (B) enfatiza a padronização de condutas e o cumprimento rigoroso de protocolos assistenciais, tomando a eficiência operacional como eixo estruturante do cuidado.
- (C) propõe a definição de fronteiras nítidas entre os diferentes níveis de atenção, atribuindo à Atenção Primária e ao hospital papéis independentes e não sobrepostos.
- (D) valoriza o cuidado contínuo e integrado, compreendendo o indivíduo em sua totalidade e articulando ações clínicas e intersetoriais nos diversos pontos da Rede de Atenção à Saúde.
- (E) direciona o foco para o período pós-alta, limitando a atuação da rede de apoio social a medidas logísticas e ao suprimento de necessidades pontuais.

**08.** Hospital de ensino inicia uma parceria com o município para fortalecer o cuidado em saúde mental e reduzir internações psiquiátricas desnecessárias. A equipe hospitalar recebe orientações sobre o funcionamento dos Centros de Atenção Psicossocial (CAPS) e sua articulação com outros pontos da Rede de Atenção Psicossocial (RAPS).

Considerando a função e os princípios que orientam o trabalho dos CAPS, é correto afirmar que esses serviços

- (A) têm como principal finalidade a triagem e encaminhamento imediato dos usuários para unidades especializadas, priorizando a eficiência do fluxo assistencial.
- (B) funcionam como ambulatórios de saúde mental de média complexidade, responsáveis por manter o acompanhamento exclusivamente farmacológico dos usuários.
- (C) atuam como unidades de internação de curta permanência, destinadas à estabilização clínica de casos graves antes do retorno ao convívio comunitário.
- (D) são dispositivos territoriais que oferecem cuidado contínuo e interdisciplinar, priorizando o acolhimento, a reabilitação psicossocial e o cuidado em liberdade.
- (E) se destinam exclusivamente ao atendimento de usuários com diagnóstico de transtornos psicóticos graves, não abrangendo outras condições de sofrimento mental.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

09. Hospital de grande porte registra aumento súbito de casos de infecção por bactéria multirresistente em sua Unidade de Terapia Intensiva (UTI). O Comitê de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) decide iniciar uma investigação para identificar fatores associados à ocorrência dos casos e propor medidas de controle rápidas e eficientes. A equipe multidisciplinar é envolvida no estudo para definir o tipo de investigação, os indicadores a serem utilizados, as análises estatísticas e os cuidados éticos envolvidos.

Considerando o objetivo de identificar fatores associados à ocorrência da infecção, o modelo de investigação epidemiológica mais adequado para esse estudo é o

- (A) Estudo Transversal.
- (B) Estudo de Coorte Prospectivo.
- (C) Estudo de Caso-Controle.
- (D) Ensaio Clínico Randomizado.
- (E) Relato de Série de Casos.

10. O CCIH analisou a associação entre o uso de ventilação mecânica invasiva (VMI) e o desenvolvimento da infecção multirresistente. Os dados foram organizados em uma tabela 2x2 e um teste Qui-Quadrado de Pearson foi realizado, resultando em um valor-p de 0,03.

Considerando um nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ), a interpretação correta desse resultado é a de que

- (A) a probabilidade de a hipótese nula ser verdadeira é de 3%.
- (B) existe uma associação estatisticamente significativa entre o uso de VMI e a infecção.
- (C) o uso de VMI aumenta em 3% o risco de desenvolver a infecção.
- (D) a hipótese alternativa foi rejeitada.
- (E) não há evidências suficientes para afirmar que a associação observada seja real.

11. A respeito da equação de Klein-Nishina para a seção de choque diferencial do efeito Compton, é correto afirmar que

- (A) depende apenas do raio clássico do elétron e do ângulo de espalhamento do fóton.
- (B) é calculada por elétron, pois é independente do número atômico do meio.
- (C) é calculada por átomo, pois depende da energia de ligação dos elétrons no meio.
- (D) representa a distribuição angular dos fótons espalhados por elétrons fortemente ligados no meio.
- (E) tem simetria por rotação em torno da direção do fóton espalhado.

12. Ao penetrar em um meio, os fótons interagem por diferentes processos com os átomos desse meio. Assinale a alternativa que apresenta processos em que a interação de um fóton ocorre com o átomo como um todo.

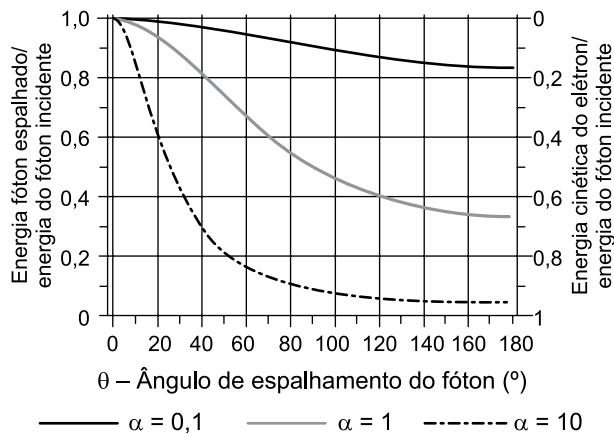
- (A) Espalhamento Rayleigh e efeito fotoelétrico.
- (B) Espalhamento Compton e espalhamento Rayleigh.
- (C) Efeito fotoelétrico e espalhamento Compton.
- (D) Espalhamento Compton e produção de par elétron-pósitron.
- (E) Produção de par elétron-pósitron e produção de tripleto.

13. Um fóton com energia 8 MeV interage com o campo coulombiano do núcleo de um átomo do meio. Qual é, aproximadamente, a energia cinética média das partículas secundárias produzidas?

**Considere:**  $m_0c^2 = 0,511$  MeV, em que  $m_0$  é a massa do elétron e  $c$  é a velocidade da luz.

- (A) 1,02 MeV
- (B) 3,00 MeV
- (C) 3,50 MeV
- (D) 3,75 MeV
- (E) 4,00 MeV

14. A figura a seguir apresenta os valores das razões entre a energia do fóton espalhado por efeito Compton e a do fóton incidente (escala da esquerda) e os valores da fração da energia que é transferida como energia cinética do elétron de recuo (escala da direita), ambas em função do ângulo de espalhamento do fóton. São apresentados resultados para diferentes valores de energia do fóton incidente,  $E$ , quantificada por  $\alpha = E/m_0c^2$ , em que  $m_0c^2$  é a energia de repouso do elétron.

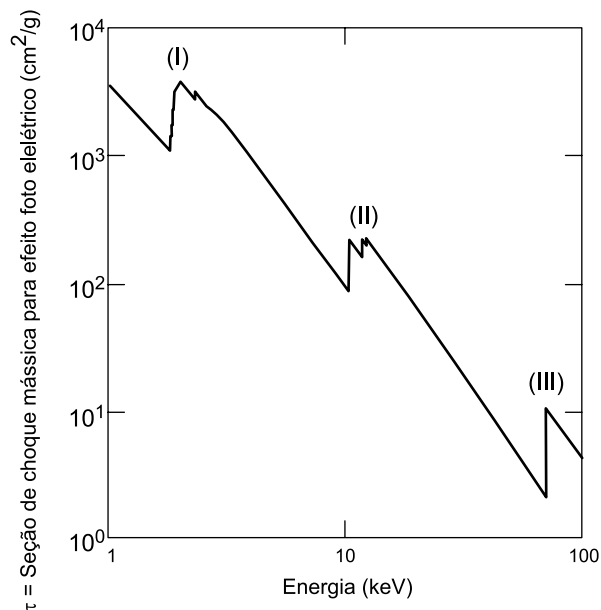


(Emico Okuno e Elisabeth M. Yoshimura. *Física das Radiações*)

Observando a figura apresentada, é correto afirmar que

- a energia do fóton é inteiramente transferida ao elétron para o retroespalhamento.
- a energia do fóton retroespalhado, para energias muito altas do fóton incidente, tende a um valor nulo.
- quanto menor a energia do fóton incidente maior é a fração de sua energia entregue ao elétron para grandes ângulos de espalhamento do fóton.
- a razão entre as energias dos fótons espalhado e incidente é máxima para baixos ângulos de espalhamento do fóton.
- a fração de energia que é transferida ao elétron é independente da energia do fóton incidente para um mesmo ângulo de espalhamento do fóton.

15. A figura a seguir apresenta a dependência da seção de choque mássica para o efeito fotoelétrico ( $\tau$ ) para o tungstênio ( $Z = 74$ ) em função da energia dos fótons incidentes:



(XCOM. Disponível em: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/Xcom/>)

As descontinuidades (I, II e III), observadas na seção de choque, ocorrem para valores de energia bem definidos, correspondentes às energias

- da radiação característica: (I)  $K\alpha_1$ ; (II)  $K\alpha_2$ ; (III)  $K\beta$ .
  - da radiação característica: (I)  $K\alpha$ ; (II)  $L\alpha$ ; (III)  $M\alpha$ .
  - de desintegração no decaimento  $\gamma$  nos níveis (e/ou subníveis): (I)  $K\alpha$ ; (II)  $L\alpha$ ; (III)  $M\alpha$ .
  - de ligação dos elétrons nos níveis (e/ou subníveis) das camadas: (I) M; (II) L; (III) K.
  - de ligação dos elétrons nos níveis (e/ou subníveis) das camadas: (I) K; (II) L; (III) M.
16. Quais são, respectivamente as energias médias transferida ( $\bar{E}_{tr}$ ) e absorvida ( $\bar{E}_{ab}$ ) por interação para fótons com energia igual a 10 MeV incidentes no chumbo?

Dados:

$$(\mu/\rho) \cong 0,050 \text{ cm}^2/\text{g}; (\mu_{tr}/\rho) \cong 0,041 \text{ cm}^2/\text{g} \text{ e } g \cong 0,24$$

- $\bar{E}_{tr} = 10 \text{ MeV}$  e  $\bar{E}_{ab} = 7,6 \text{ MeV}$
- $\bar{E}_{tr} = 8,2 \text{ MeV}$  e  $\bar{E}_{ab} = 6,2 \text{ MeV}$
- $\bar{E}_{tr} = 8,2 \text{ MeV}$  e  $\bar{E}_{ab} = 7,6 \text{ MeV}$
- $\bar{E}_{tr} = 7,6 \text{ MeV}$  e  $\bar{E}_{ab} = 6,2 \text{ MeV}$
- $\bar{E}_{tr} = 6,2 \text{ MeV}$  e  $\bar{E}_{ab} = 7,6 \text{ MeV}$

17. No efeito fotoelétrico, um elétron orbital é ejetado como resultado da absorção do fóton incidente, resultando em um átomo excitado. Os processos mais prováveis para ocorrer a desexcitação atômica para átomos de baixo e alto número atômico são, respectivamente, a emissão de

- (A) elétrons Auger e radiação de freamento.
- (B) elétrons Auger e radiação característica.
- (C) radiação característica e elétrons Auger.
- (D) radiação característica e captura eletrônica.
- (E) radiação de freamento e elétrons Auger.

18. Quais são, aproximada e respectivamente, as energias mínimas de um fóton incidente em um meio homogêneo para a ocorrência dos processos de interação: (I) efeito fotoelétrico, (II) produção de par elétron-pósitron e (III) produção de tripletos?

**Dados:**  $E_K$  = energia de ligação do elétron orbital que é ejetado na interação e  $m_0c^2$  = energia de repouso do elétron

- (A) I:  $E_K$ ; II:  $m_0c^2$  e III:  $2m_0c^2 + E_K$
- (B) I:  $E_K$ ; II:  $2m_0c^2$  e III:  $3m_0c^2$
- (C) I:  $E_K$ ; II:  $2m_0c^2$  e III:  $4m_0c^2$
- (D) I:  $E_K + m_0c^2$ ; II:  $m_0c^2$  e III:  $2m_0c^2$
- (E) I:  $E_K + m_0c^2$ ; II:  $2m_0c^2$  e III:  $4m_0c^2$

19. Quais são os principais processos de interação de fótons com a matéria responsáveis, respectivamente, pelo contraste na imagem radiográfica e pela deposição de dose em tratamentos de radioterapia com fótons com energias entre 100 keV e 15 MeV?

- (A) Efeito fotoelétrico e espalhamento Rayleigh.
- (B) Efeito fotoelétrico e espalhamento Compton.
- (C) Espalhamento Compton e efeito fotoelétrico.
- (D) Espalhamento Rayleigh e espalhamento Compton.
- (E) Espalhamento Rayleigh e efeito fotoelétrico.

20. Devido ao fato de as forças nucleares agirem simetricamente entre nêutrons e prótons, existe uma tendência de existirem núcleos estáveis de baixo número atômico (Z) e número de nêutrons (N) que possuam

- (A)  $Z > N$
- (B)  $Z < N$
- (C)  $Z \gg N$
- (D)  $Z \ll N$
- (E)  $Z = N$

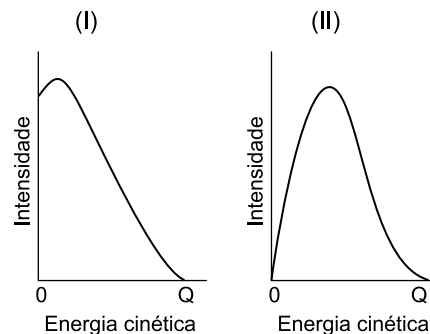
21. Em geradores de tecnécio, largamente utilizados em departamentos de medicina nuclear, ocorre a seguinte série de decaimentos  ${}^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow {}^{99m}_{43}\text{Tc} \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc}$ , com tempos de meia-vida  $\tau_{\text{Mo99}}$  e  $\tau_{\text{Tc99m}}$ . A relação entre os tempos de meia-vida dos decaimentos permite que o gerador possa ser transportado para locais distantes e que o  ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$  possa ser utilizado em Medicina Nuclear.

Quais são, respectivamente, os tipos do (I) primeiro e do (II) segundo decaimentos e (III) a relação entre os tempos de meia-vida para os dois decaimentos?

**Obs:** Desconsidere mecanismos de decaimento com probabilidades inferiores a 1,5%

- (A) (I)  $\beta^-$ ; (II)  $\gamma$ ; (III)  $\tau_{\text{Mo99}} < \tau_{\text{Tc99m}}$
- (B) (I)  $\beta^+$ ; (II)  $\gamma$ ; (III)  $\tau_{\text{Mo99}} = \tau_{\text{Tc99m}}$
- (C) (I)  $\beta^+$ ; (II)  $\beta^-$ ; (III)  $\tau_{\text{Mo99}} = \tau_{\text{Tc99m}}$
- (D) (I)  $\gamma$ ; (II)  $\beta^-$ ; (III)  $\tau_{\text{Mo99}} > \tau_{\text{Tc99m}}$
- (E) (I)  $\beta^-$ ; (II)  $\gamma$ ; (III)  $\tau_{\text{Mo99}} > \tau_{\text{Tc99m}}$

22. A figura a seguir apresenta os espectros de energia cinética das partículas emitidas por radionuclídeos em dois diferentes tipos de decaimentos radioativos. O valor máximo de energia cinética corresponde à energia de desintegração Q.



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

Assinale a alternativa que corresponde, correta e respectivamente, aos tipos de partículas emitidas nos decaimentos (I) e (II).

- (A) I:  $\alpha$  e II:  $\beta^+$
- (B) I:  $\alpha$  e II:  $\beta^-$
- (C) I:  $\beta^-$  e II:  $\gamma$
- (D) I:  $\beta^-$  e II:  $\beta^+$
- (E) I:  $\beta^+$  e II:  $\beta^-$

23. Em um decaimento  $\beta^+$  um núcleo pai  ${}^A_Z X$  decai para um núcleo filho  ${}^A_{Z'} Y$ , e a energia de desintegração ( $Q$ ) pode ser descrita em termos das massas atômicas dos núcleos pai ( $M_p[A, Z_p]$ ) e filho ( $M_f[A, Z_f]$ ) e da massa de repouso dos elétrons ( $m_0$ ).

Assinale a alternativa que descreve, corretamente e respectivamente, a condição do valor de  $Q$  necessária para que a desintegração possa ocorrer e o seu respectivo valor para o decaimento  $\beta^+$ .

- (A)  $Q < 0$ ;  $Q = (M_p[A, Z_p] - M_f[A, Z_p + 1] - 2m_0)c^2$
- (B)  $Q < 0$ ;  $Q = (M_p[A, Z_p] - M_f[A, Z_p - 1] - 2m_0)c^2$
- (C)  $Q > 0$ ;  $Q = (M_p[A, Z_p] - M_f[A, Z_p + 1] - m_0)c^2$
- (D)  $Q > 0$ ;  $Q = (M_p[A, Z_p] - M_f[A, Z_p - 1] - 2m_0)c^2$
- (E)  $Q < 0$ ;  $Q = (M_p[A, Z_p] - M_f[A, Z_p - 1] - m_0)c^2$

24. Um processo amplamente utilizado para a produção de radioisótopos é a fissão nuclear do urânio ( ${}^{235}\text{U}$ ). Neste processo, quando um núcleo de  ${}^{235}\text{U}$  absorve um nêutron, o núcleo resultante ( ${}^{236}\text{U}$ ) encontra-se em um estado de energia excitado extremamente instável que geralmente fissiona prontamente em dois núcleos menores chamados fragmentos de fissão. Os fragmentos da fissão nuclear

- (A) são produzidos com baixas energias cinéticas e emitem partículas  $\gamma$ .
- (B) são ricos em prótons e quase todos decaem por emissão de partículas  $\beta^+$ .
- (C) são ricos em nêutrons e quase todos decaem por emissão de partículas  $\beta^-$ .
- (D) têm números de massa menores que 35 ou maiores que 200.
- (E) têm alto número atômico ( $Z > 110$ ) e decaem por emissão de partículas  $\alpha$ .

25. O número  $N_0$  de átomos de uma amostra de  ${}^{131}\text{I}$ , usada para fins diagnósticos, é  $1,6 \times 10^{14}$ . O tempo de meia-vida do radioisótopo é de 8 dias. Qual será a atividade da amostra após 32 dias?

**Dados:**  $\ln 2 \cong 0,7$  e 1 dia = 86.400 s

- (A) 1 MBq
- (B) 5 MBq
- (C) 10 MBq
- (D) 100 MBq
- (E) 150 MBq

26. A energia de ligação é uma medida da estabilidade nuclear para núcleos de número atômico  $Z$  e de nêutrons  $N$ . Qual é o modelo nuclear que utiliza a teoria clássica e que descreve corretamente o comportamento médio dos núcleos com relação à energia de ligação, mas apresenta desvios significativos na predição em certos valores de  $Z$  e/ou  $N$ , chamados números mágicos?

- (A) Modelo das camadas.
- (B) Modelo da gota líquida.
- (C) Modelo de Thomson.
- (D) Modelo coletivo.
- (E) Modelo do gás de Fermi.

27. Experimentos como difração de raios X podem ser explicados com base na natureza ondulatória da radiação, mas outros, como o efeito Compton, somente com um modelo corpuscular. Quando a radiação é detectada por alguma interação, age como partícula, quando se move, age como onda. Este comportamento da natureza da radiação foi resumido por Niels Bohr em seu princípio da

- (A) incerteza.
- (B) exclusão.
- (C) complementariedade.
- (D) superposição.
- (E) correspondência.

28. Duas das hipóteses que foram adotadas por Schrodinger ao deduzir sua equação de onda da Mecânica Quântica foram que ela deve ser consistente com

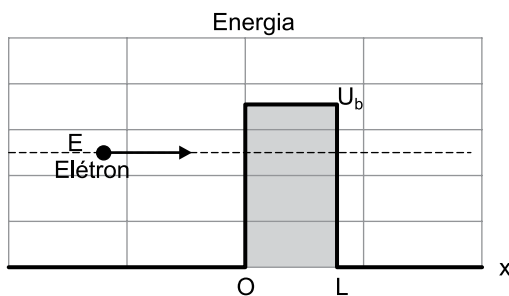
- (A) os postulados de De Broglie-Einstein e ser linear na função de onda  $\psi(x,t)$ .
- (B) a equação  $E = \sqrt{\frac{p^2}{2m}} + V$  e ser linear na função de onda  $\psi(x,t)$ .
- (C) os postulados de De Broglie-Einstein e ser quadrática na função de onda  $\psi(x,t)$ .
- (D) a equação  $E = \frac{p^2}{2m} + V$  e ser quadrática na função de onda  $\psi(x,t)$ .
- (E) o postulado da relatividade de Einstein e ser linear na função de onda  $\psi(x,t)$ .

**Considere:**  $x$  a posição,  $t$  o tempo,  $m$  a massa da partícula,  $p$  o momento e  $V$  o potencial ao qual a partícula está submetida.

29. Em 1924, o físico francês Louis de Broglie propôs que um elétron de momento  $p$  poderia se comportar como ondas
- (A) de matéria com comprimento de onda  $\lambda = \hbar/p$ .
  - (B) eletromagnéticas com comprimento de onda  $\lambda = h/p$ .
  - (C) eletromagnéticas com comprimento de onda  $\lambda = p/\hbar$ .
  - (D) de matéria com comprimento de onda  $\lambda = h/p$ .
  - (E) de matéria com comprimento de onda  $\lambda = p/h$ .

**Considere:**  $h$  a constante de Planck e  $\hbar = h/2\pi$

30. Considere que um elétron com energia cinética  $E$  se aproxima de uma barreira com potencial positivo  $U_b$ . Pela física clássica, se  $E < U_b$ , o elétron não consegue ultrapassar a barreira e continuar sua trajetória na região em que  $x > L$ . Contudo, a física quântica identifica o elétron como uma onda de matéria com uma probabilidade finita de atravessar a barreira.



(David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker. *Fundamentos de Física*. Vol. 4)

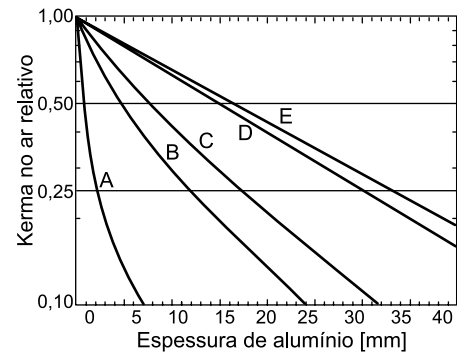
Este fenômeno previsto pela física quântica é chamado de efeito

- (A) Hall.
  - (B) Joule.
  - (C) Fotoelétrico.
  - (D) Compton.
  - (E) Túnel.
31. A lei de deslocamento de Wien para um corpo negro, que descreve que a radiância espectral, atinge seu valor máximo em um comprimento de onda ( $\lambda_{\max}$ ) relacionado à sua temperatura absoluta ( $T$ ). Quais são, aproximadamente e respectivamente, as temperaturas de um corpo negro associadas às emissões de radiação térmica com valores de  $\lambda_{\max}$  no intervalo de luz visível (entre o ultravioleta (UV): 400 nm e o infravermelho (IR): 700 nm)?

**Dado:** constante de Wien =  $3 \times 10^{-3}$  m.K.

- (A) UV: 7.500 K; IR: 4.300 K
- (B) UV: 4.300 K; IR: 7.500 K
- (C) UV: 1.300 K; IR: 2.300 K
- (D) UV: 2.300 K; IR: 1.300 K
- (E) UV: 7.500 K; IR: 1.300 K

Observe a figura a seguir, que apresenta curvas de atenuação de raios X medidas com feixes estreitos (sem contribuições do espalhamento), para responder às questões 32 e 33.



(Pedro Andreo et al. *Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry*. Adaptado)

**Considere:** CSR1: primeira camada semirredutora, CSR2: segunda camada semirredutora e CH: coeficiente de homogeneidade.

32. Sabendo-se que quatro das curvas de atenuação representadas na figura foram obtidas utilizando um tubo de raios X tendo seus feixes filtrados com filtros adicionais de cobre de espessuras diferentes e uma delas com uma fonte monoenergética, é correto afirmar que

- (A)  $f_A > f_B > f_C > f_D$  e a curva E refere-se ao feixe monoenergético.
- (B)  $f_A < f_B < f_C < f_D$  e a curva E refere-se ao feixe monoenergético.
- (C)  $f_B > f_C > f_D > f_E$  e a curva A refere-se ao feixe monoenergético.
- (D)  $f_A = f_B = f_C = f_D$  e a curva E refere-se ao feixe monoenergético.
- (E)  $f_B < f_C < f_D < f_E$  e a curva A refere-se ao feixe monoenergético.

**Considere:**  $f_A$ : espessura do filtro adicional do feixe que gerou a curva A,  $f_B$ : espessura do filtro adicional do feixe que gerou a curva B ...  $f_E$ : espessura do filtro adicional do feixe que gerou a curva E

33. É correto afirmar que as CSR1 dos feixes A até D são
- (A) maiores que as CSR2 destes feixes e o CH do feixe E é menor que 1.
  - (B) iguais às CSR2 destes feixes e o CH do feixe E é igual a 1.
  - (C) maiores que as CSR2 destes feixes e o CH do feixe E é maior que 1.
  - (D) menores que as CSR2 destes feixes e o CH do feixe E é igual a 1.
  - (E) iguais às CSR2 destes feixes e o CH do feixe E é menor que 1.

34. Um dos tipos de interação de partículas carregadas rápidas pesadas com a matéria pode gerar a emissão de luz azul no meio. Quando isso ocorre, é correto afirmar que ocorreu colisão
- inelástica com o átomo, que é a menos frequente neste caso, e a luz azul emitida deve à emissão de radiação de Cherenkov.
  - elástica com o núcleo, que é a menos frequente neste caso, e a luz azul emitida deve à emissão de radiação de *bremstrahlung*.
  - inelástica com o átomo, que é a mais frequente neste caso, e a luz azul emitida deve à emissão de radiação de Cherenkov.
  - inelástica com o núcleo, que é a mais frequente neste caso, e a luz azul emitida deve à emissão de radiação de *bremstrahlung*.
  - elástica com o átomo, que é a mais frequente neste caso, e a luz azul emitida deve à emissão de radiação de Cherenkov.

35. Considere os detectores de radiação D1, D2 e D3 e as respectivas grandezas de interesse que medem a seguir:

D1: a grandeza de interesse é determinada por esse detector a partir de princípios fundamentais consistentes com a definição da grandeza;

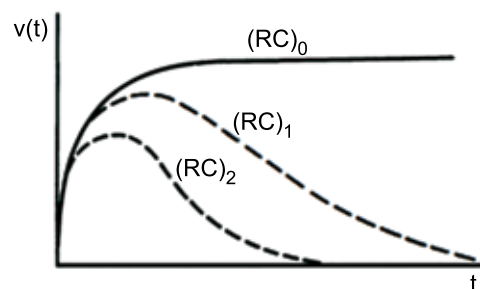
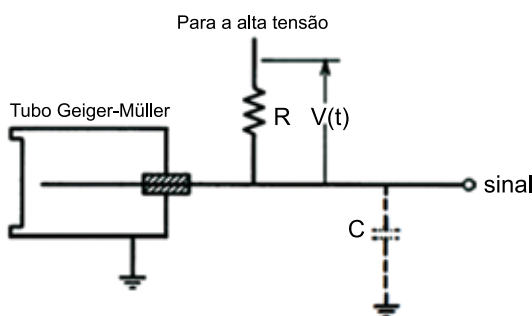
D2: a grandeza de interesse é determinada com um detector que foi calibrado em um laboratório padrão sob condições de medição de referência bem estabelecidas, correspondentes às utilizadas no laboratório;

D3: a grandeza de interesse é determinada usando razões relevantes e/ou correções apropriadas, quando as medições no feixe do usuário são feitas em condições não de referência, ou seja, condições diferentes daquelas para as quais o coeficiente de calibração é estritamente aplicável.

Os detectores D1, D2 e D3 são utilizados, respectivamente, em dosimetria

- absoluta, de referência e relativa.
- de referência, relativa e absoluta.
- relativa, de referência e absoluta.
- absoluta, relativa e de referência.
- relativa, absoluta e de referência.

36. A figura a seguir representa o esquema de operação de um contador Geiger-Müller. Considerando as constantes de tempo do circuito definidas como  $(RC)_i$ , é correto afirmar que



(Glenn F. Knoll. *Radiation detection and measurement*)

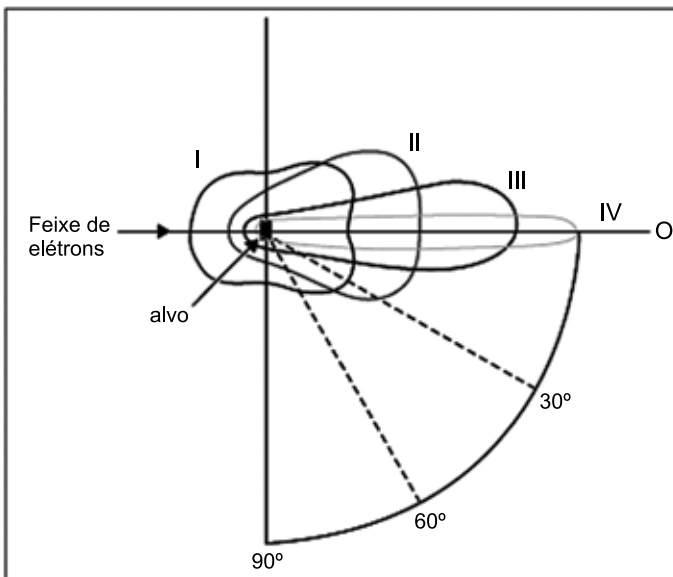
- $(RC)_2 < (RC)_1$  e  $(RC)_0 = 0$
- $(RC)_1 < (RC)_2$  e  $(RC)_0 = \infty$
- $(RC)_1 < (RC)_2$  e  $(RC)_0 = 0$
- $(RC)_2 < (RC)_1$  e  $(RC)_0 = \infty$
- $(RC)_0 < (RC)_2$  e  $(RC)_1 = \infty$

37. Uma câmara de ionização foi calibrada em um laboratório cujas condições ambientais eram tais que a temperatura de referência era  $T_{ref} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a pressão atmosférica de referência  $P_{ref} = 100\text{ kPa}$ . Essa câmara de ionização será utilizada no inverno em Campos do Jordão, em uma condição ambiental tal que  $T = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $P = 80\text{ kPa}$ . Em função das condições ambientais, quais correções devem ser aplicadas em suas leituras?

**Adote:**  $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$ . Desconsidere outras correções na câmara de ionização, tais como umidade do ar e efeitos de polaridade.

- (A)  $k_T = 0,35$  e  $k_p = 0,80$
- (B)  $k_T = 1,05$  e  $k_p = 1,25$
- (C)  $k_T = 0,96$  e  $k_p = 1,25$
- (D)  $k_T = 1,05$  e  $k_p = 0,80$
- (E)  $k_T = 0,96$  e  $k_p = 0,80$

38. A figura a seguir apresenta um feixe de elétrons com diferentes energias cinéticas ( $E_I$ ,  $E_{II}$ ,  $E_{III}$ , e  $E_{IV}$ ) atingindo um alvo fino de tungstênio.



(Faiz M. Khan, John P. Gibbons M. *Khan's the physics of radiation therapy*)

As curvas apresentadas em torno do alvo representam

- (A) elétrons espalhados com energias cinéticas  $E_I > E_{II} > E_{III} > E_{IV}$ .
- (B) fótons de raios X com energias máximas  $E_I > E_{II} > E_{III} > E_{IV}$ .
- (C) fótons de raios X com energias máximas  $E_I = E_{II} = E_{III} = E_{IV}$ .
- (D) elétrons espalhados com energias cinéticas  $E_I < E_{II} < E_{III} < E_{IV}$ .
- (E) fótons de raios X com energias máximas  $E_I < E_{II} < E_{III} < E_{IV}$ .

39. Os principais fatores que afetam a eficiência da produção de raios X provocada pela interação de elétrons com um material-alvo incluem o número atômico ( $Z$ ) do material-alvo e a energia cinética ( $E$  em MeV) dos elétrons incidentes. A razão entre as perdas de energia por processos radiativos ( $S_{rad}$ ) e as perdas de energia por ionização ( $S_{ion}$ ), no intervalo de energias dos raios X diagnósticos (20 a 150 kV), é aproximadamente expressa por

$$\frac{S_{rad}(E)}{S_{ion}(E)} = \frac{Z^n E^m}{800}$$

As potências  $m$  e  $n$  que descrevem, correta e respectivamente, a relação  $\frac{S_{rad}(E)}{S_{ion}(E)}$  são:

- (A)  $m=2$  e  $n=1$
- (B)  $m=1$  e  $n=2$
- (C)  $m=4$  e  $n=2$
- (D)  $m=n=1$
- (E)  $m=n=2$

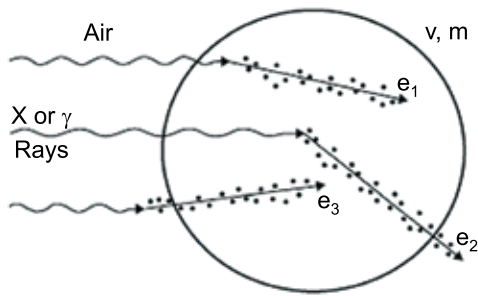
40. Considere a tabela a seguir:

Grandeza	Tipo de radiação a que se aplica	Unidade no sistema internacional
Dose absorvida	I	II
Kerma	III	IV
Exposição	V	VI

Assinale a alternativa que preenche corretamente a tabela.

- (A) I: qualquer; II: Gy (J/kg); III: X, gama e nêutrons somente; IV: Gy (J/kg); V: X e gama somente; VI: C/kg
- (B) I: qualquer; II: Sv (J/kg); III: X e gama somente; IV: Gy (J/kg); V: X e gama somente; VI: C/kg
- (C) I: X, gama e nêutrons somente; II: Gy (C/kg); III: X, gama e nêutrons somente; IV: Gy (C/kg); V: X e gama somente; VI: J/kg
- (D) I: qualquer; II: Gy (J/kg); III: X, gama e nêutrons somente; IV: Sv (J/kg); V: X, gama nêutrons somente; VI: Roentgen
- (E) I: X, gama e nêutrons somente; II: Gy (J/kg); III: X, gama e nêutrons somente; IV: Sv (J/kg); V: X, gama nêutrons somente; VI: Roentgen

41. Observe a figura a seguir, que representa a interação de fótons em um meio com transferência de energia para elétrons secundários  $e_1$  e  $e_2$ , criados no meio, e  $e_3$ , criado fora do meio, mas que entra nele. Os pontos representam energia transferida dos elétrons para o meio.

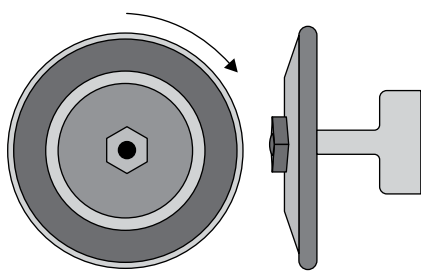


(Pedro Andreo et al. *Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry*)

É correto afirmar que as energias cinéticas dos elétrons

- (A)  $e_2$  e  $e_3$  contribuem para o kerma, mas o elétron  $e_1$  contribui somente para a dose absorvida.  
 (B)  $e_1$  e  $e_2$  contribuem para a dose absorvida, mas o elétron  $e_3$  não contribui para a dose absorvida.  
 (C)  $e_1$  e  $e_2$  contribuem para o kerma, mas o elétron  $e_3$  não contribui para o kerma.  
 (D)  $e_2$  e  $e_3$  contribuem para a dose absorvida, mas o elétron  $e_1$  contribui somente para o kerma.  
 (E)  $e_1$ ,  $e_2$  e  $e_3$  contribuem para o kerma e a dose absorvida.

Considere a figura a seguir, que representa o anodo de um tubo de raios X utilizado para imagens radiológicas feito de um metal com densidade de aproximadamente  $20 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e que gira a 10.000 rotações por minuto, para responder às questões 42 e 43.



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

42. Qual é a velocidade angular desse anodo em radiano/segundo?

Considere  $\pi = 3$

- (A) 10.000 rad/s  
 (B) 1.000 rad/s  
 (C) 60.000 rad/s  
 (D) 36.000 rad/s  
 (E) 3.600 rad/s

43. Considerando que o anodo pode ser aproximado por um cilindro de 10 mm de espessura e 100 mm de diâmetro, qual é seu momento de inércia?

Considere  $\pi = 3$

- (A)  $(3/16) \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$   
 (B)  $(1/8) \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$   
 (C)  $(1/16) \times 10^{-2} \text{ kg.m}^2$   
 (D)  $(3/8) \times 10^{-2} \text{ kg.m}^2$   
 (E)  $(3/16) \times 10^{-2} \text{ kg.m}^2$

44. O ânodo giratório de tubos de raios X é construído como um rotor apoiado por mancais dentro do tubo. Este rotor é constituído por barras de cobre dispostas ao redor de um núcleo cilíndrico de ferro. Em volta deste rotor, porém do lado de fora do tubo, é fixado um estator que faz todo o conjunto dentro do tubo girar. O princípio de funcionamento do estator está baseado no princípio da indução

- (A) eletromagnética resultante da aplicação de uma corrente alternada.  
 (B) eletromagnética resultante da aplicação de uma corrente contínua.  
 (C) eletromagnética resultante da aplicação de uma alta tensão.  
 (D) de corrente resultante da aplicação de uma tensão alternada.  
 (E) da tensão resultante da aplicação de uma corrente constante.

45. Considere os seguintes resultados de observações experimentais:

- (I) Cargas de sinais opostos se atraem e de sinais semelhantes se repelem de acordo com a lei do inverso do quadrado da distância;  
 (II) A carga de um condutor isolado se desloca para sua superfície;  
 (III) Se movimentarmos um ímã na direção de uma espira, nela se formará uma corrente elétrica

Assinale a alternativa que descreve, correta e respectivamente, quais, entre as leis que compõem as equações de Maxwell, estas observações fundamentam.

- (A) (I) Lei de Gauss para o campo magnético, (II) lei de Gauss para o campo elétrico e (III) lei da indução de Faraday.  
 (B) (I) Lei de Ampère, (II) lei de Gauss para o campo elétrico e (III) lei de Gauss para o campo magnético.  
 (C) (I) e (II) lei da indução de Faraday e (III) lei de Gauss para o campo elétrico.  
 (D) (I) e (III) lei de Gauss para o campo elétrico e (II) lei da indução de Faraday.  
 (E) (I) e (II) lei de Gauss para o campo elétrico e (III) lei da indução de Faraday.

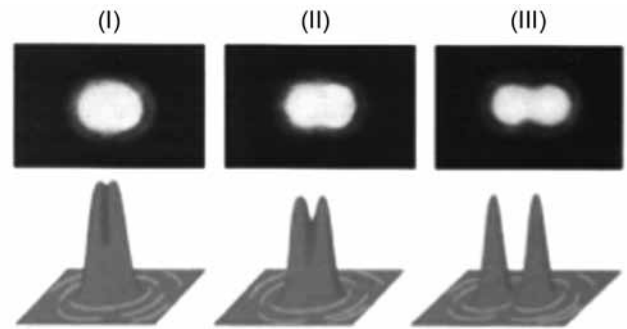
46. Os aceleradores lineares utilizados em radioterapia aceleram elétrons por meio de ondas eletromagnéticas de dois tipos diferentes, que chamaremos de tipo I e tipo II. A diferença entre os aceleradores do tipo I e do tipo II está no projeto da estrutura do acelerador. Os projetos que utilizam as ondas do tipo I requerem uma carga terminal para absorver a potência residual no final da estrutura, evitando assim a formação de uma onda refletida para trás. Por outro lado, os projetos de aceleradores de onda do tipo II proporcionam máxima reflexão das ondas em ambas as extremidades da estrutura. No eletromagnetismo, as ondas do tipo I e do tipo II são chamadas, respectivamente, de

- (A) progressivas e circulares.
- (B) circulares e estacionárias.
- (C) regressivas e progressivas.
- (D) estacionárias e progressivas.
- (E) progressivas e estacionárias.

47. De acordo com a teoria da relatividade restrita, os efeitos observados na medição de intervalos de tempos e de comprimentos por um observador, em um referencial se movendo com velocidade constante em relação a outro em repouso, são:

- (A) contrações do tempo e do comprimento.
- (B) contração do tempo e dilatação do comprimento.
- (C) dilatações do tempo e do comprimento.
- (D) dilatação do tempo e contração do comprimento.
- (E) invariâncias do tempo e do comprimento.

48. Observe a figura a seguir, representando as imagens de dois objetos pontuais distantes com separações angulares distintas:



(David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker. *Fundamentos de Física*. Vol. 4)

Na figura (I) a separação é tal que os objetos não podem ser distinguidos como dois objetos, na (II) essa distinção é limítrofe, e na (III) os objetos podem ser claramente distinguidos como dois objetos independentes. O fenômeno associado ao efeito que limita a resolução espacial da imagem e o critério que somente as figuras (II) e (III) atendem, respectivamente, são

- (A) difração e critério de Rayleigh.
- (B) refração e critério de Compton.
- (C) difração e critério de Thompson.
- (D) refração e critério de Fresnell.
- (E) refração e critério de Rayleigh.

49. Suponha que um tecido foi irradiado com uma dose de 8,4 Gy em uma única irradiação rápida. Sabendo que aproximadamente 4,2 Joule de energia equivale a 1 caloria de calor e que o calor específico da água é de  $10^3$  cal/kg/°C, qual é a variação aproximada de temperatura no tecido, supondo que a água é uma boa aproximação para sua composição química?

- (A)  $5 \times 10^{-4}$  °C
- (B)  $2 \times 10^{-4}$  °C
- (C)  $2 \times 10^{-3}$  °C
- (D)  $5 \times 10^{-2}$  °C
- (E)  $2 \times 10^{-2}$  °C

50. A pesagem hidrostática é uma técnica quantitativa para medir a densidade corporal baseada no princípio de Arquimedes. Nessa técnica, a massa do indivíduo é medida no ar e quando ele é completamente submerso na água. Suponha que um indivíduo foi avaliado utilizando esse método e que os valores das massas medidas no ar e na água foram, respectivamente, 70 kg e 5 kg. Qual é a densidade corporal desse indivíduo?

**Considere:** densidade da água igual a  $1 \text{ g/cm}^3$

- (A)  $1,00 \text{ g/cm}^3$
- (B)  $1,08 \text{ g/cm}^3$
- (C)  $1,20 \text{ g/cm}^3$
- (D)  $10,2 \text{ kg/m}^3$
- (E)  $11,5 \text{ kg/m}^3$

RASCUNHO

RASCUNHO

