



**01. Os raios X são utilizados tanto para diagnóstico quanto para tratamento de câncer. Seus fótons possuem maior energia, comparados com fótons da luz visível. Sobre os raios X, analise as afirmativas abaixo:**

- I. Os raios X são radiação eletromagnética de alta frequência, produzidos quando um feixe de elétrons colide com um alvo metálico.
- II. Considerando o espectro eletromagnético, os raios X estão compreendidos em uma faixa de comprimento de onda entre 0,01 e 10 nm.
- III. As radiografias, utilizadas como ferramenta de diagnóstico, são um tipo de detecção dos raios X.
- IV. O corpo humano possui uma tolerância máxima à exposição de raios X, para que não ocorram danos nos tecidos ou órgãos. Essa tolerância é de 100 röntgen por dia.
- V. Os raios X não podem ser utilizados em exposições prolongadas, pois podem causar diversas reações adversas, como queimaduras, mutações de DNA e até morte celular.

**Assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Todas são falsas.
- B) Todas são verdadeiras.
- C) Somente IV é falsa.
- D) Somente I, II, IV e V são verdadeiras.
- E) Somente I, III e IV são falsas.

---

**02. Sobre a interação da radiação com a matéria, analise as afirmativas abaixo:**

- I. No espalhamento Compton, como o fóton espalhado perde energia após a colisão, a frequência dos raios X espalhados deve diminuir e, conseqüentemente, o comprimento de onda aumenta.
- II. O espalhamento Rayleigh ocorre quando o meio espalhado não apresenta flutuações de densidade. Formalmente pode ser descrito como um espalhamento devido a flutuações de entropia e não produz deslocamento de frequência.
- III. O espalhamento Raman resulta da interação da luz com os modos vibracionais das moléculas que compõem o meio espalhador.
- IV. No fenômeno de formação de pares, os fótons se transformam em matéria durante interação com um meio, ocorrendo somente para fótons de raio X de alta energia e radiação gama.

**Assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Todas são falsas.
- B) Todas são verdadeiras.
- C) Somente IV é falsa.
- D) Somente I, II e IV são verdadeiras.
- E) Somente I, III e IV são falsas.

---

**03. Arthur Holly Compton, quando realizava experimentos de interação entre a luz e a matéria, observou que raios X diminuam sua frequência quando espalhadas por um alvo de carbono. Compton interpretou seus resultados em termos de transferência de energia e de momento entre os fótons incidentes e os elétrons quase livres do alvo de carbono como uma colisão entre partículas.**

**Sobre essa interpretação, assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Considerando a interação de um fóton do feixe de raio X incidente com um elétron estacionário, em uma colisão elástica, parte da energia do fóton incidente será transferida para o elétron que entrará em movimento.
- B) Como o fóton espalhado perde energia após a colisão, a frequência dos raios X espalhados deve diminuir e, conseqüentemente, o comprimento de onda também diminui.
- C) Como o fóton espalhado perde energia após a colisão, a frequência dos raios X espalhados deve aumentar e, conseqüentemente, o comprimento de onda diminui.
- D) Além da conservação de energia, podemos considerar a conservação de momento, utilizando a definição clássica de momento que só depende da massa e da velocidade da partícula.
- E) Considerando a interação de um fóton do feixe de raio X incidente com um elétron estacionário, em uma colisão elástica, parte da energia do fóton incidente será transferida para o elétron, porém este não entrará em movimento.

04. Quando uma placa metálica é iluminada por uma onda eletromagnética de frequência suficientemente grande, é possível verificar que elétrons são arrancados dessa placa. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotoelétrico. A condição física para que esse efeito ocorra é que:

$$h\nu = T_{\max} + \Phi,$$

Onde  $h$  é a constante de Planck,  $\nu$  é a frequência da onda incidente,  $\Phi$  é a função trabalho da placa, e  $T_{\max}$  é a energia cinética máxima dos elétrons ejetados.

Sobre esse efeito, NÃO é correto afirmar que

- A) a função trabalho é a energia mínima que o elétron precisa para escapar da placa.
- B) o elétron só escapa da placa, se a energia cedida pela onda eletromagnética for maior que a função trabalho.
- C) independente da frequência, se a onda eletromagnética for suficientemente intensa, os elétrons serão ejetados.
- D) a onda eletromagnética deve possuir uma frequência mínima, denominada frequência de corte, para conseguir ejetar elétrons da placa.
- E)  $T_{\max}$  não depende da intensidade da luz incidente na placa.

05. O fenômeno de produção de pares é caracterizado pela transformação de fótons em matéria devido à interação do núcleo com radiação.

Sobre esse fenômeno, é INCORRETO afirmar que

- A) a descoberta do fenômeno de produção de pares ocorreu em 1933, durante as pesquisas de radiação cósmica, solucionando problemas de discrepância entre resultados teóricos e experimentais para a absorção de raio X.
- B) a formação de pares ocorre quando um fóton de energia mínima 1,022 Mev colide com o núcleo, cedendo para ele toda sua energia e originando um par de partículas, o par elétron-pósitron.
- C) o pósitron é uma antipartícula e pode ser considerada um elétron de carga positiva.
- D) os pósitrons e o elétron são formados no núcleo com energias diferentes; quando se afastam do núcleo, eles sofrem efeitos diferentes devido à interação coulombiana entre as partículas e o núcleo.
- E) uma técnica atual e bastante utilizada para detecção de tumores e suas metástases é a técnica de PET-TC (tomografia computadorizada por emissão de pósitrons).

06. Para verificar a quantidade de radiação em que um paciente é exposto, podemos utilizar diferentes Detectores, cada um baseado em diferentes mecanismos.

Qual desses mecanismos NÃO é utilizado para detectar radiação?

- A) Câmara de ionização
- B) Detectores baseados em cintilação
- C) Contador Geiger-Müller
- D) Barômetro de mercúrio
- E) Dosimetria química

07. O contador Geiger-Müller é um dos aparelhos mais antigos, usado para detectar radiação ionizante. Sobre esse instrumento, analise as afirmativas abaixo:

- I. Os contadores G-M diferenciam todos os tipos de radiação que neles chegam.
- II. O tempo morto de um detector consiste no tempo necessário para que se restabeleça a diferença de potencial do contador e possa haver uma nova avalanche mensurável; para um contador G-M esse tempo é da ordem de 50 a 100  $\mu$ s.
- III. Um contador de G-M não consegue medir a energia das radiações. Só é possível detectar a presença da radiação e sua intensidade.
- IV. Os contadores G-M modernos são práticos e fáceis de transportar. Por isso são bastante utilizados nas indústrias que trabalham com radiação ionizante como forma de controle dos níveis de radiação no ambiente.

Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Todas são falsas.
- B) Todas são verdadeiras.
- C) Somente III é falsa.
- D) Somente I, II e IV são falsas.
- E) Somente II, III e IV são verdadeiras.

**08. Sobre os efeitos biológicos da radiação e sua classificação, é INCORRETO afirmar que**

- A) a transferência linear de energia (LET) é um fator importante para caracterizar o poder de ionização de partículas carregadas. Partículas com menor LET têm um poder de ionização pequeno, de tal forma que provocam danos no DNA indiretamente.
- B) reações teciduais ocorrem devido à utilização de altas doses de radiação, provocando a morte de um grande número de células.
- C) efeitos estocásticos ocorrem em células normais, podendo surgir ou não em tecidos irradiados.
- D) efeitos estocásticos podem causar danos genéticos que podem facilitar o desenvolvimento de um câncer no futuro ou em seus descendentes.
- E) reações teciduais, apesar da alta dose de radiação, não provocam danos permanentes aos tecidos ou órgãos irradiados.

**09. Considerando a radioterapia, sabemos que é necessário medir as doses de radiação com precisão, para que seja possível analisar, de forma correta, a eficácia de um tratamento em comparação com outros. Sobre a dosimetria, é CORRETO afirmar que**

- A) a Dose Absorvida é o valor absoluto da energia devido à radiação ionizante.
- B) a Dose Equivalente considera um fator de peso para diferentes tipos de radiação, proporcional ao efeito biológico causado.
- C) detrimento é a combinação de probabilidades de absorção e radiação.
- D) Dose Efetiva considera um fator de peso igual para diferentes tecidos em função do detrimento específico.
- E) Kerma caracteriza o valor esperado da energia cinética inicial transferida para partículas por unidade de volume.

**10. A Dose Absorvida é uma medida de quantidade de radiação absorvida por um tecido ou órgão, sendo caracterizada com energia por unidade de massa. A unidade de Dose Absorvida é o Gy, que equivale a J/Kg no SI. Para um paciente de 60 Kg que recebe uma dose de aproximadamente  $4,0 \times 10^{-4}$  Gy, qual a quantidade total de energia absorvida?**

- A) 24 Mj                      B) 150KJ                      C) 150 mJ                      D) 14KJ                      E) 18mJ

**11. Os núcleos atômicos radioativos emitem espontaneamente uma ou mais partículas, transformando-se em núclídeos. Podemos medir a taxa de decaimento radioativo de cada radionuclídeo, assim como o tempo necessário para essa taxa cair pela metade. A esse tempo denominamos de meia-vida. Considere um radionuclídeo que possui meia-vida de 57 minutos. Em  $t=0$  a taxa de decaimento é  $6000 \text{ min}^{-1}$  a mais que a taxa de atividade de fundo, que é fixa em  $30 \text{ min}^{-1}$ . Em quanto tempo, a taxa do radionuclídeo será igual à atividade de fundo?**

- A) 20 min                      B) 3h                      C) 7h                      D) 10h                      E) 25h

**12. Conhecendo a meia-vida de um determinado radionuclídeo, é possível utilizar o seu processo de decaimento como um relógio para medir intervalos de tempo. Esse é o princípio em que se baseia a Datação Radioativa. Sobre essa técnica, é INCORRETO afirmar que**

- A) para medir a idade de rochas ou meteoritos, é preciso utilizar núclídeos com tempo de vida muito longo.
- B) o radionuclídeo  $^{14}\text{C}$  é produzido com facilidade na atmosfera pelo choque dos raios cósmicos com os átomos de nitrogênio do ar.
- C) a fração de átomos de  $^{14}\text{C}$  é muito maior nos seres vivos que na atmosfera.
- D) a meia-vida do radionuclídeo de  $^{14}\text{C}$  é de aproximadamente 5700 anos, que o torna ideal para datação de períodos mais curtos, correspondente ao período histórico.
- E) o tempo da morte de um organismo vivo é estimado pela quantidade de  $^{14}\text{C}$ , por grama de matéria orgânica.

**13. Um átomo possui um núcleo aproximadamente  $10^6$  vezes menor que o próprio átomo. Quando esse átomo possui um isótopo não estável, o núcleo pode ser modificado devido a decaimentos radiativos. Esses decaimentos podem liberar partículas alfa, beta e/ou gamas.**

**Sobre esses decaimentos, analise as afirmativas abaixo:**

- I. As partículas alfa são carregadas por dois prótons e dois nêutrons. Quando um núcleo atômico emite uma partícula alfa, ele se transforma em um núcleo com número atômico quatro vezes menor.
- II. No decaimento beta, a partícula emitida pode ser um elétron ( $\beta^-$ ) ou um pósitron ( $\beta^+$ ).

- III.** O urânio-238 é um isótopo radioativo que sofre decaimento, por liberar uma partícula alfa, dando origem a um núcleo de Tório-234.
- IV.** Os raios gama são emitidos com alta energia, podendo penetrar na matéria mais profundamente que os raios alfa e beta.

**Assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Todas são falsas.  
 B) Todas são verdadeiras.  
 C) Somente III é falsa.  
 D) Somente I, II e IV são falsas.  
 E) Somente II, III e IV são verdadeiras.

**14. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabeleceu a Norma 3.01, que normatiza os requisitos básicos de radioproteção em relação à exposição à radiação ionizante.**

**Assinale a alternativa que indica em que situação(situações) essa Norma se aplica.**

- A) Manuseio, produção, posse, utilização e transporte de fontes ionizantes  
 B) Exposição a fontes naturais de radiação ionizante  
 C) Situações de emergência, com o objetivo de minimizar ou evitar exposição à radiação  
 D) Situações de exposição crônica  
 E) Práticas de radiodiagnóstico médico e odontológico

**15. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabeleceu a Norma 3.01 que normatiza os requisitos básicos de radioproteção em relação à exposição à radiação ionizante. Para os fins dessa norma, são estabelecidas algumas definições.**

**Sobre isso, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) Ação protetora – ação tomada durante uma intervenção, com o objetivo de evitar ou reduzir doses que poderiam ser recebidas em situação de exposição de emergência ou crônica.  
 B) Descomissionamento – retirada do controle regulatório de materiais ou objetos radioativos, associados a uma prática autorizada.  
 C) Acidente – qualquer evento não intencional, incluindo erros de operações e falhas de equipamento, cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica.  
 D) Fonte – equipamento ou material que emite ou é capaz de emitir radiação ionizante ou de liberar substâncias ou materiais radioativos.  
 E) IOE – indivíduo sujeito à exposição ocupacional.

**16. A Norma 3.01 do CNEN estabelece os requisitos fundamentais, gerais e administrativos para práticas que envolvam radiações ionizantes.**

**Sobre esses requisitos, analise as afirmativas abaixo:**

- I.** Incluir margens de segurança suficientes, de forma a garantir um desempenho seguro durante a existência da fonte, atendendo, em especial, à prevenção de acidentes e à mitigação de suas consequências, tanto no presente como no futuro.
- II.** As fontes e instalações devem ser mantidas em condições de segurança, de tal forma que sejam prevenidos roubos, avarias e quaisquer ações de pessoas físicas ou jurídicas não autorizadas.
- III.** A estrutura deve contar com, pelo menos, um indivíduo habilitado pelo CNEN com o supervisor de proteção radiológica.
- IV.** O titular, responsável legal pela instituição, estabelecimento ou instalação, deve submeter à aprovação da CNEN um Plano de Proteção Radiológica.

**Assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Somente II, III e IV são verdadeiras.  
 B) Somente III é falsa.  
 C) Todas são verdadeiras.  
 D) Somente I, II e IV são falsas.  
 E) Todas são falsas.

**17. Considerando a Norma 3.01 do CNEN, toda atividade envolvendo radiações ionizantes deve possuir um plano de proteção radiológica. Esse plano deve ser baseado no item 5.4, que estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica.**

**Sobre esses requisitos, analise as afirmativas abaixo:**

- I. Nenhuma prática ou fonte associada a essa prática será aceita pela CNEN, a não ser que a prática produza benefícios para os indivíduos expostos ou para a sociedade.
- II. Indivíduos com idade inferior a 18 anos já podem estar sujeitos a exposições ocupacionais.
- III. Para mulheres grávidas ocupacionalmente expostas, suas tarefas devem ser controladas de maneira que seja improvável que, a partir da notificação da gravidez, o feto receba dose efetiva superior a 1 mSv durante o resto do período de gestação.
- IV. Os limites de dose anuais, considerando a dose efetiva em corpo inteiro, é de 20mSv para indivíduos ocupacionalmente expostos e de 1mSv para indivíduos do público.

**Assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Somente I, III e IV são verdadeiras.
- B) Somente III é falsa.
- C) Todas são verdadeiras.
- D) Somente I, II e IV falsas.
- E) Todas são falsas.

**18. Sobre a Norma 3.01, ao CNEN é permitido proceder intervenção com o objetivo de reduzir ou evitar a exposição ou a probabilidade de exposição a fontes que não façam parte de uma prática controlada ou que estejam fora de controle em consequência de um acidente, terrorismo ou sabotagem.**

**Sobre os requisitos para proceder a uma intervenção, assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Uma intervenção se justifica somente quando se espera atingir um benefício, mesmo que os danos sejam maiores, considerando os fatores de saúde, sociais e econômicos.
- B) quando da realização de intervenções para atendimento a situações de emergência, as doses efetivas dos membros da equipe devem ser inferiores a 100 mSv, com exceção das ações para salvar vidas.
- C) Os titulares não precisam notificar imediatamente à CNEN, quando houver possibilidade ou quando ocorrer uma situação que requeira intervenção nem mantê-la informada sobre a situação, sua evolução e como se prevê que se desenvolva.
- D) É necessário manter registros de todas as avaliações, bem como dos resultados de monitoração das equipes de intervenção, dos indivíduos do público e do meio ambiente.
- E) Em situação de emergência, os níveis de ação para intervenção em situações de exposição crônica devem ser baseados nas ordens do titular, independente dos critérios e valores estabelecidos ou aprovados pela CNEN.

**19. O corpo humano irradia energia no infravermelho. De acordo com a literatura científica, a pele humana irradia de forma semelhante à radiação de corpo negro. Para cada temperatura absoluta, podemos calcular a intensidade máxima de emissão, multiplicando a temperatura pelo comprimento de onda máximo. Uma pessoa que apresenta uma temperatura de 27° C emite uma intensidade máxima de radiação de aproximadamente  $2,9 \times 10^{-3}$  m.K.**

**Em que comprimento de onda, a pele humana emite com intensidade máxima?**

- A) 1200 nm
- B) 500 nm
- C) 970 nm
- D) 350 nm
- E) 450 nm

**20. A forma de descrever a Luz é uma discussão, que remonta do século XVII, quando foram propostas teorias concorrentes: uma considerando o caráter ondulatório, e outra, o caráter corpuscular da Luz. Porém, pesquisas posteriores mostraram que essas teorias não eram concorrentes e, sim, complementares, introduzindo o caráter dual não só da Luz mas de partículas, como o elétron. Diferentes cientistas e suas contribuições para a explicação da dualidade onda-partícula mostrados a seguir:**

**Assinale a alternativa que apresenta a correspondência INCORRETA.**

- A) Thomas Young – Experimento de dupla fenda
- B) Albert Einstein – Explicação do efeito fotoelétrico
- C) Augustin Fresnel – Explicação do fenômeno de polarização
- D) J. Maxwell - Descreveu matematicamente a propagação de ondas eletromagnéticas
- E) Nicolas Carnot – Descreveu o caráter ondulatório de partículas

21. O físico francês Louis de Broglie contribuiu bastante para o desenvolvimento da mecânica quântica e das teorias sobre a dualidade onda-partícula. De Broglie postulou que partículas também possuíam um comprimento de onda, uma onda de matéria, cujo comprimento de onda foi denominado comprimento de onda de de Broglie. Se um elétron possui massa de  $9,11 \times 10^{-31}$  Kg e se movimenta com velocidade  $2 \times 10^7$  m/s, o comprimento de onda de Broglie de elétron é (dado  $h=6,63 \times 10^{-34}$  J·s):

- A)  $3,64 \times 10^{-14}$  m  
 B)  $3,64 \times 10^{-60}$  m  
 C)  $3,64 \times 10^{-11}$  m  
 D)  $0,364 \times 10^2$  m  
 E)  $3,64 \times 10^{-6}$  m

22. A equação de Schrödinger é a equação, que descreve a propagação de funções de onda associadas às ondas de matéria. Sobre a equação de Schrödinger e as funções de onda,  $\Psi$ , analise as afirmativas abaixo:

- I. A função de onda determina completamente o estado físico de um sistema. Dada a função  $\Psi$  em um instante de tempo  $t$ , todas as propriedades do sistema estão descritas assim como as propriedades nos instantes subsequentes.
- II. Uma onda de matéria é uma onda de probabilidade e, por isso,  $\Psi$  não tem significado físico somente  $|\Psi|^2$ , que caracteriza a densidade de probabilidade de uma partícula ser detectada.
- III. Para uma partícula livre,  $|\Psi|^2$  tem o mesmo valor para qualquer posição; logo a partícula pode ser detectada com a mesma probabilidade em qualquer ponto de sua trajetória.
- IV. Aplicando a Equação de Schrödinger para potencial do átomo de hidrogênio, é possível obter os valores de energia quantizados e são os mesmos obtidos pelo modelo de Bohr.

Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Somente I, III e IV são verdadeiras.  
 B) Somente III é falsa.  
 C) Todas são verdadeiras.  
 D) Somente I, II e IV são falsas.  
 E) Todas são falsas.

23. O princípio de indeterminação de Heisenberg trata da impossibilidade de prever a posição de uma partícula livre. De acordo com esse princípio, não é possível medir simultaneamente a posição e o momento de uma partícula com precisão ilimitada. Assim, se a indeterminação da posição de um elétron é 20 pm, qual a menor indeterminação possível do momento desse elétron (dado  $h=6,63 \times 10^{-34}$  J·s)?

- A)  $5,25 \times 10^{-24}$  Kg·m/s  
 B)  $5,25 \times 10^{24}$  Kg·m/s  
 C)  $5,25 \times 10^{-12}$  Kg·m/s  
 D) 0,525 Kg·m/s  
 E) 5,25 Kg·m/s

24. Um dos estudos fundamentais na Física Moderna é fundamentado no entendimento da estrutura atômica. No início do século XX, diferentes pesquisadores trabalhavam na elaboração de um modelo atômico que conseguisse explicar os fenômenos não explicados pela Física Clássica. São destaques os modelos de J. J. Thomson, Rutherford e Bohr. Sobre esses modelos, analise as afirmativas abaixo:

- I. O modelo atômico de Thomson foi o primeiro a considerar a divisibilidade do átomo, sugerindo a presença de partículas negativas menores que o átomo.
- II. Rutherford defendia um modelo atômico semelhante ao sistema solar, formado por uma região central muito pequena, denominada Núcleo, circundada por elétrons.
- III. Uma das limitações do modelo de Rutherford era explicar por que o elétron não perdia energia e atingia o núcleo após certo tempo, já que partículas carregadas em movimento deveriam irradiar energia continuamente.
- IV. No modelo de Bohr, os elétrons podem estar em órbitas específicas, o que chamamos de estados estacionários.
- V. De acordo com Bohr, os elétrons podem se deslocar entre um estado estacionário e outro modificando sua energia de forma contínua.

- A) Somente I, III e IV verdadeiras.  
 B) Somente V é falsa.  
 C) Todas são verdadeiras.  
 D) Somente I, II e IV falsas.  
 E) Todas são falsas.

25. De acordo com o modelo atômico de Bohr, ele estabeleceu para o átomo de hidrogênio que o elétron só pode estar localizado em órbitas circulares específicas ou estado estacionários ou nível energético, caracterizado por um número quântico ( $n$ ). Com esse modelo, é possível mostrar que a energia referente a cada nível energético é dada por:  $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ . Assim, considere um átomo de hidrogênio, cujo elétron está no nível fundamental.

Se esse átomo for ionizado por um fóton de energia 25eV, qual a energia cinética final do elétron?

- A) 4,5 eV
- B) 11,4 eV
- C) 2eV
- D) 22eV
- E) 10eV

26. O decaimento radioativo é um processo aleatório, que pode ser descrito através de uma distribuição de Poisson para a contagem de partículas ionizantes. Através de um tubo de Geiger-Muller, contam-se as partículas ionizantes produzidas naturalmente no meio ambiente a uma taxa típica de  $\lambda=0,50 \text{ s}^{-1}$ . Por um tempo de observação de  $t=2,0 \text{ s}$ , determine a probabilidade de detectar até 2 partículas.

(Considere o valor numérico  $e^{-1} = 0,3679$ .)

- A) 98,85 %
- B) 91,97 %
- C) 55,18 %
- D) 18,39 %
- E) 8,03 %

27. A dinâmica de um conjunto de moléculas confinadas em um recipiente é caracteristicamente aleatória. Um gás hipotético é composto por 4 moléculas confinadas em um volume. Qual a probabilidade de encontrar 2 moléculas em um quarto do volume e outras 2 moléculas nos três quartos restantes do volume?

- A) 50,1 %
- B) 78,9 %
- C) 74,9 %
- D) 21,1 %
- E) 25,1 %

28. O transporte de elétrons em estruturas de baixa dimensionalidade pode ser descrito por estatísticas de contagem. Um exemplo é ponto de contato quântico, o qual é caracterizado por uma probabilidade 0,8 de um elétron conseguir ser transmitido por essa estrutura. Dentro de um determinado tempo de observação, até 5 elétrons podem atravessar.

Determine a probabilidade de 3 elétrons serem transmitidos e dois elétrons não serem transmitidos.

- A) 32,8 %
- B) 41,0 %
- C) 20,5 %
- D) 5,1 %
- E) 2,1 %

29. O isótopo do radônio, Rn-222, aplicado como fonte de radiação em terapias contra o câncer possui uma meia-vida de 4 dias, aproximadamente.

Qual a fração de uma amostra desse nuclídeo recém-separado que vai se desintegrar em 1 dia?

- A) 84,1 %
- B) 74,5 %
- C) 25,5 %
- D) 15,9 %
- E) 10,6 %



30. A respeito das radiações alfa, beta e gama, avalie as afirmativas abaixo:

- I. A radiação alfa é altamente ionizante; pode ser absorvida totalmente por uma folha de papel e tem alcance no ar de poucos centímetros.
- II. A radiação beta é constituída por elétrons rápidos, emitidos por núcleos instáveis que contêm prótons em excesso.
- III. A radiação gama é constituída por fótons de alta energia, emitidos por núcleos instáveis que contêm energia em excesso.

Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Somente I e II são verdadeiras.  
 B) Somente I e III são verdadeiras.  
 C) Somente II e III são verdadeiras.  
 D) Todas são verdadeiras.  
 E) Todas são falsas.

31. O radioisótopo Cobalto-60 é importante traçador e agente em tratamento de câncer. Um núcleo de  $^{60}\text{Co}_{27}$  decai por emissão beta em isótopo do núcleo de níquel. Determine a energia liberada em MeV.

- A) 0,5 %                      B) 3,5                      C) 1,9                      D) 2,8                      E) 1,4

32. Um homem possui cerca de 65% de água em seu corpo. Um homem com uma massa de 100 kg possui a seguinte ordem de grandeza de moléculas de água em seu corpo:

(Considere que a massa atômica do átomo de Oxigênio e do Hidrogênio são, aproximadamente, 16u e 1u, respectivamente).

- A)  $10^{25}$                       B)  $10^{26}$                       C)  $10^{27}$                       D)  $10^{28}$                       E)  $10^{29}$

33. A Lei de Hagen-Poiseuille, que descreve a vazão de um fluido viscoso através de uma geometria cilíndrica mediante um gradiente de pressão, pode ser aplicada para o transporte de sangue por artérias. Então, para o fluxo sanguíneo com uma viscosidade dinâmica de 4,5 mPa.s por uma artéria de 4 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, submetida a uma diferença de pressão de 12,5 kPa, determine a vazão desenvolvida em mililitros por segundo.

- A) 80,6                      B) 69,8                      C) 55,4                      D) 34,9                      E) 17,5

34. Um bloco A de massa 100 g a uma velocidade de 6,0 m/s colide frontalmente com outro bloco B em repouso de massa 50 g. Se o módulo da velocidade relativa desenvolvida entre os blocos reduz a 50% da velocidade do bloco A, desenvolvida imediatamente antes da colisão, a respeito dos módulos das velocidades  $v_A$  e  $v_B$  após a colisão, desenvolvidas pelos blocos A e B, respectivamente, é CORRETO afirmar que

- A)  $v_A=2,0$  m/s                      B)  $v_B=4,0$  m/s                      C)  $v_A=3,5$  m/s                      D)  $v_B=6,5$  m/s                      E)  $v_B=5,0$  m/s

35. Um bloco com 150 g é solto do repouso de uma rampa sem atrito, a uma altura 1,5 m em relação desde a base da rampa. A base da rampa é uma superfície com atrito cinético de 0,2 e sobre a qual o bloco percorre uma determinada distância. Calcule a distância percorrida pelo bloco.

- A) 7,5 m                      B) 10,0 m                      C) 12,5 m                      D) 20,5 m                      E) 25,0 m

36. Um cilindro maciço de 10 kg com raio de 5 cm e comprimento de 1 m é largado desde o repouso e rola sem deslizar sobre uma superfície com atrito ao longo de um plano inclinado que forma um ângulo de 30°.

O módulo da aceleração desenvolvida pelo centro de massa corresponde à seguinte fração da gravidade local:

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

37. Um mol de um gás ideal a uma temperatura inicial  $T_0$  (na escala absoluta) sofre uma expansão isotérmica até dobrar o seu volume inicial, seguida de uma contração isobárica até o volume inicial e de aquecimento até a temperatura inicial. O trabalho desenvolvido pelo gás por esse ciclo corresponde, aproximadamente, à qual fração de  $RT_0$ ?  $R$  é a constante geral dos gases e considere  $\ln 2 = 0,69$ .

- A) 0,91                      B) 0,71                      C) 0,59                      D) 0,29                      E) 0,19

38. A diferença de fase entre as ondas sonoras que chegam aos tímpanos de uma pessoa é a maneira que o cérebro determina a direção de uma fonte sonora. Considere uma fonte distante que emite ondas sonoras de 700 Hz de frequência. Determine a diferença de fase entre os sons recebidos pelos ouvidos, quando a pessoa está olhando em uma direção que forma  $45^\circ$  com a direção que a liga à fonte.

Considere velocidade do som no ar igual a 343 m/s.

- A)  $0,81\pi$  rad                      B)  $0,58\pi$  rad                      C)  $0,41\pi$  rad                      D)  $0,29\pi$  rad                      E)  $2,9\pi$  rad

39. Um projétil é lançado obliquamente a um ângulo de  $60^\circ$  com respeito à horizontal de uma superfície plana a uma velocidade de 10 m/s. Em que ângulo (distinto de  $60^\circ$ ) com respeito à horizontal, um segundo projétil lançado com o mesmo módulo de velocidade do primeiro lançamento deve ser ajustado, de modo a atingir o mesmo alcance desenvolvido pelo primeiro projétil?

- A)  $15^\circ$                       B)  $25^\circ$                       C)  $30^\circ$                       D)  $45^\circ$                       E)  $75^\circ$

40. O efeito Doppler em ultrassons de alta frequências pode ser utilizado para investigar o fluxo sanguíneo em artérias e veias. Apontando uma fonte sonora que emite ondas de 60,0 kHz de frequência sobre a perna de uma pessoa, mede-se a frequência do som refletido menor que a frequência emitida pela fonte originalmente. Se a velocidade média do fluxo sanguíneo na área venosa é de 0,9 m/s, determine a diferença da frequência registrada pelo instrumento de ultrassom.

Considere que a velocidade do som no corpo humano seja de 1,5 km/s.

- A) 33 Hz                      B) 36 Hz                      C) 50 Hz                      D) 66 Hz                      E) 72 Hz

41. O axônio é o prolongamento único do neurônio, por onde ocorre a condução dos impulsos elétricos. A membrana do axônio pode ser modelada por um capacitor cilíndrico de raio externo 9,0  $\mu\text{m}$ , espessura de 10,0 nm e comprimento de 15,0 cm com carga positiva na superfície externa e carga negativa na superfície interna. Se tomarmos o preenchimento da membrana por um material de constante dielétrica igual a 2,50, determine a capacitância da membrana.

- A) 2,50 nF                      B) 4,50 kF                      C) 2,1 kF                      D) 1,25 nF                      E) 0,50 nF

42. As vibrações da molécula diatômica de monóxido de carbono (CO) dão origem à radiação infravermelha. Por um tratamento clássico, a molécula de CO pode ser representada como duas partículas de massas distintas acopladas por uma mola de constante elástica  $9,5 \times 10^3$  N/m. Sabendo que a massa atômica dos átomos de carbono e de oxigênio são 12u e 16u, respectivamente, determine a frequência de vibração.

Considere que 1 u (unidade de massa atômica) vale, aproximadamente,  $1,66 \times 10^{-27}$  kg.

- A)  $6,0 \times 10^{13}$  Hz                      D)  $7,2 \times 10^{14}$  Hz  
 B)  $7,2 \times 10^{13}$  Hz                      E)  $8,8 \times 10^{14}$  Hz  
 C)  $1,5 \times 10^{14}$  Hz

43. Uma barra delgada de densidade homogênea e comprimento  $L$  é disposta em um plano vertical e pendurada por uma de suas extremidades. Se essa barra é solta do repouso de um determinado ângulo com respeito à vertical, determine o comprimento de um pêndulo simples que desenvolva o mesmo período de oscilação, quando submetido às mesmas condições iniciais.

- A)  $2L$                       B)  $L$                       C)  $L/2$                       D)  $2L/3$                       E)  $L/3$

44. A lei de Stefan descreve a potência da energia irradiada na forma de ondas eletromagnéticas por um objeto aquecido. Calcule a potência da energia irradiada por um fio com 10mm de comprimento, 0,5 mm de diâmetro e uma temperatura superficial de 1500 K.

Considere a emissividade da superfície igual a 0,30, e a constante de Stefan é  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$

- A) 2,35 W                      B) 1,44 W                      C) 1,56 W                      D) 1,74 W                      E) 1,35 W

45. Um elevador com 2000 N de peso é sustentado por 4 cabos de aço de 85 m de comprimento e 10,0 mm de diâmetro. A tensão máxima que os cabos podem suportar é  $1,5 \times 10^8 \text{ Pa}$ . O módulo de Young do aço é  $2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$ . Determine a deformação que cada cabo pode sofrer e a carga máxima do elevador, respectivamente,

- A) 6,4 cm e 45,0 KN                      D) 5,4 cm e 40,0 KN  
 B) 5,4 cm e 45,0 KN                      E) 3,5 cm e 35,0 KN  
 C) 6,4 cm e 40,0 KN

46. Incidem-se frentes de ondas planas paralelas à superfície de uma fenda dupla. Se a frequência da luz possui um comprimento de onda de  $6.500 \text{ \AA}$  e as fendas estão distantes entre si de 0,15 mm e distantes de 25,0 cm de um anteparo. Determine a posição angular do primeiro mínimo.

- A)  $0,06^\circ$                       B)  $0,12^\circ$                       C)  $0,25^\circ$                       D)  $0,37^\circ$                       E)  $0,50^\circ$

47. Uma película de sabão (com índice de refração  $n=1,33$ ) no ar com espessura de 350 nm é iluminada por uma onda eletromagnética. Determine o maior comprimento da onda incidente (dentro do espectro do visível) que gera uma interferência destrutiva entre as duas primeiras ondas refletidas.

- A) 1862 nm                      B) 1241 nm                      C) 931 nm                      D) 745 nm                      E) 621 nm

48. Na difração de Fraunhofer de fenda dupla, um anteparo é colocado a 60 cm das fendas. Se as fendas estão distantes entre si de 0,15 mm e possuem abertura de 0,03 mm, determine o espaçamento entre as franjas produzidas no anteparo, quando iluminada por uma luz vermelha ( $\lambda=700 \text{ nm}$ ).

- A) 4,5 mm                      B) 4,1 mm                      C) 3,5 mm                      D) 2,8 mm                      E) 2,1 mm

49. Um elétron é acelerado por um campo elétrico constante de 1,0 V/m por um percurso de 50,0 cm e em seguida é mergulhado em uma região com um campo magnético de  $10,0 \mu\text{T}$  perpendicular ao movimento do elétron. Considere que a razão da carga elétrica do elétron pela sua massa é  $1,759 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ . Qual o raio desenvolvido pela trajetória do elétron?

- A) 2,4 m                      B) 31,5 cm                      C) 23,8 cm                      D) 12,6 cm                      E) 10,1 mm

50. A respeito das leis da termodinâmica, analise as afirmativas abaixo:

- I. A primeira lei da termodinâmica reflete uma conservação de energia entre o sistema considerado e o ambiente.  
 II. A segunda lei da termodinâmica estabelece a direção da evolução de sistemas termodinâmicos, realizando a distinção entre processos reversíveis e irreversíveis, em que este último é verificado apenas para sistemas abertos.  
 III. Uma implicação da terceira lei da termodinâmica é que o calor específico de uma substância tende a zero quando a temperatura do sistema também tende a zero.

Assinale a alternativa CORRETA.

- A) Somente I e II são verdadeiras.                      D) Todas são verdadeiras.  
 B) Somente I e III são verdadeiras.                      E) Todas são falsas.  
 C) Somente II e III são verdadeiras.

**CADERNO 57**  
**- FÍSICA E FÍSICA MÉDICA -**