





## CONHECIMENTOS GERAIS

**01. O Sistema Único de Saúde (SUS) é reconhecido dentro e fora do Brasil como uma importantíssima conquista no contexto da luta contra a ditadura empresarial-militar (1964-1985). Esse mesmo SUS é também reconhecidamente obra da moderna Reforma Sanitária Brasileira (RSB). Sobre a RSB, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) A RSB surgiu numa conjuntura de transição democrática, com ampla participação da sociedade civil.
- B) O movimento sanitário reuniu intelectuais, profissionais da área da saúde, organizações e associações.
- C) A Determinação Social da Saúde foi um dos conceitos adotados pela RSB.
- D) O referencial ético da RSB era a saúde como valor individual e privatista.
- E) Os Departamentos de Medicina Preventiva (DMP) constituíram a base institucional que produziu conhecimentos sobre a saúde da população e o modo de organizar as práticas sanitárias.

**02. A Saúde foi um dos direitos garantidos pela Constituição Federal (CF) de 1988, tendo os capítulos 196 a 200 se dedicado a este tema.**

**São competências do Sistema Único de Saúde (SUS) postas na CF as citadas abaixo, EXCETO:**

- A) Formular a política e participar das ações de saneamento básico
- B) Incrementar em sua área de atuação o desenvolvimento científico e tecnológico
- C) Ordenar a formação de recursos humanos na área de saúde
- D) Colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho
- E) Participar do controle e fiscalização da produção, transporte, guarda e utilização de substâncias e produtos psicoativos, tóxicos e radioativos

**03. Os conselhos de saúde e as conferências de saúde se constituem, atualmente, nos principais espaços para o exercício da participação e do controle social na implantação e na implementação das políticas de saúde em todas as esferas de governo. Atuando como mecanismos essencialmente democráticos, através deles, a sociedade se organiza para a efetiva proteção da saúde como direito de todos e dever do Estado.**

**Sobre essas instâncias, analise as assertivas abaixo e assinale a CORRETA.**

- A) Os recursos financeiros do Sistema Único de Saúde (SUS) serão depositados em conta especial, em cada esfera de sua atuação e movimentados sob fiscalização dos respectivos Conselhos de Saúde.
- B) O Conselho Nacional de Saúde estabelecerá as diretrizes a serem observadas na elaboração dos mapas da saúde.
- C) O processo de planejamento da saúde será ascendente e integrado, do nível federal até o local, ouvindo apenas o Conselho Nacional de Saúde.
- D) As Conferências de Saúde e os Conselhos de Saúde terão sua organização e normas de funcionamento definidas em regimento próprio, aprovadas pelo Ministério da Saúde.
- E) A Conferência de Saúde reunir-se-á a cada quatro anos com a representação dos seus segmentos para atuar na formulação de estratégias e no controle da execução da política de saúde.

**04. “É preocupante observar a tendência a privatização do sistema de saúde brasileiro, considerando-se o tamanho do mercado de planos de saúde, o nível dos gastos privados das famílias e as restrições fiscais impostas à universalização do acesso e à utilização integral dos bens e serviços promovidos pelo SUS” (OCKÉ-REIS; SOPHIA, 2009)."**

**Sobre a participação dos serviços privados na prestação de assistência à saúde e sobre a participação complementar no SUS, assinale a alternativa CORRETA.**

- A) É vedada a participação da iniciativa privada na prestação de assistência à saúde.
- B) É vedada a participação direta ou indireta de empresas ou de capitais estrangeiros na assistência à saúde.
- C) Quando as suas disponibilidades forem insuficientes para garantir a cobertura assistencial à população de uma determinada área, o Sistema Único de Saúde (SUS) poderá recorrer aos serviços ofertados pela iniciativa privada.
- D) Os serviços contratados submeter-se-ão às regras da sua empresa, desde que mantido o equilíbrio econômico e financeiro do contrato.
- E) A participação complementar dos serviços privados será formalizada mediante assinatura de contratos, observadas, a respeito, as normas do direito privado.

**05. Sobre as Redes de Atenção à Saúde (RAS), assinale a alternativa CORRETA.**

- A) Fundamentam-se na compreensão da Atenção Primária à Saúde como único nível de atenção, enfatizando a função resolutiva dos cuidados primários sobre os problemas mais comuns de saúde.
- B) Caracterizam-se pela formação de relações verticais entre os pontos de atenção com o centro de comunicação na Atenção Primária à Saúde.
- C) A Atenção Primária à Saúde é o ponto mais importante da RAS para que se cumpram os objetivos da Rede de Atenção à Saúde.
- D) A Rede de Atenção à Saúde é definida como arranjos organizativos de ações e serviços de saúde de mesmas densidades tecnológicas.
- E) Os hospitais podem abrigar distintos pontos de atenção à saúde: o ambulatório de pronto atendimento, a unidade de cirurgia ambulatorial, o centro cirúrgico, a maternidade, a unidade de terapia intensiva, a unidade de hospital/dia, entre outros.

**06. A Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017 aprovou a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).**

**Sobre a participação da Atenção Básica na Rede de Atenção à Saúde (RAS), assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) A Atenção Básica é caracterizada como porta de entrada preferencial do SUS.
- B) A gestão municipal deve articular e criar condições para que a referência aos serviços especializados ambulatoriais sejam realizados, preferencialmente, pela Atenção Básica
- C) É necessário que a Atenção Básica tenha alta resolutividade e se articule com outros pontos da RAS,
- D) É responsabilidade exclusiva da gestão estadual ordenar o fluxo das pessoas nos demais pontos de atenção da RAS.
- E) Os estados, municípios e o distrito federal devem articular ações intersetoriais, assim como a organização da RAS, com ênfase nas necessidades locais, promovendo a integração das referências de seu território.

**07. Segundo a Portaria nº 2.488, de 21 de outubro de 2011, são características do processo de trabalho das equipes de Atenção Básica as citadas abaixo, EXCETO:**

- A) Definição do território de atuação e de população sob responsabilidade das UBS e das equipes
- B) Realizar o acolhimento com escuta qualificada, classificação de risco, avaliação de necessidade de saúde e análise de vulnerabilidade
- C) Prover atenção integral, contínua e organizada à população adscrita
- D) Realizar atenção à saúde apenas na Unidade Básica de Saúde, obedecendo às questões de biossegurança e de segurança do paciente
- E) Apoiar as estratégias de fortalecimento da gestão local e do controle social

**08. São Princípios e Diretrizes do SUS e da Rede de Atenção à Saúde (RAS) a serem operacionalizados na Atenção Básica os citados abaixo, EXCETO**

- A) População Adscrita.
- B) Coordenação do cuidado.
- C) Participação da comunidade.
- D) Cuidado centrado no binômio saúde-doença.
- E) Longitudinalidade do cuidado

**09. O Ministério da Saúde (MS) instituiu a Política Nacional de Regulação em 2008, introduzindo o conceito ampliado de regulação a partir de três eixos: regulação de sistemas de saúde, regulação da atenção à saúde e regulação do acesso à assistência.**

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

- A) É função exclusiva da regulação do acesso a elaboração de decretos, normas e portarias que dizem respeito às funções de gestão das Redes de Atenção à Saúde.
- B) A regulação médica da atenção pré-hospitalar e hospitalar às urgências é uma ação que deverá ser desenvolvida pela regulação dos sistemas de vigilância em saúde.
- C) É atribuição da regulação do acesso elaborar, disseminar e implantar protocolos de regulação.
- D) A Regulação da Saúde Suplementar deverá ser realizada pela Anvisa.
- E) O cadastramento de usuários do SUS no sistema do Cartão Nacional de Saúde é uma das ações a serem desenvolvidas pelos Agentes Comunitários da regulação do acesso.

**10. São objetivos da Política Nacional de Promoção da Saúde os citados abaixo, EXCETO:**

- A) Incorporar e implementar ações de promoção da saúde, com ênfase na atenção especializada
- B) Prevenir fatores determinantes e/ou condicionantes de doenças e agravos à saúde
- C) Favorecer a preservação do meio ambiente e a promoção de ambientes mais seguros e saudáveis
- D) Estimular a adoção de modos de viver não-violentos e o desenvolvimento de uma cultura de paz no País
- E) Ampliar os processos de integração baseados na cooperação, solidariedade e gestão democrática

**11. Em junho de 2011, foi publicado no Brasil o Decreto nº 7.508/11, regulamentando aspectos da Lei nº 8.080/90, tendo o Capítulo V, Seção II dedicado ao Contrato Organizativo de Ação Pública da Saúde (COAP). Sobre esse Contrato, analise as assertivas abaixo e assinale a CORRETA.**

- A) O principal objeto do COAP é a participação complementar das ações e dos serviços de saúde no SUS.
- B) O COAP conterá a identificação das necessidades de saúde nacionais, permitindo uma visualização macro do processo de contratação.
- C) Deverá constar no COAP a descrição apenas dos recursos financeiros que serão disponibilizados pela União para sua execução.
- D) Os critérios de avaliação dos resultados e os instrumentos que serão aplicados para avaliações pontuais deverão constar no COAP.
- E) As estratégias para a melhoria das ações e serviços de saúde são uma das disposições essenciais do COAP.

**12. Segundo a Portaria nº 1.996, de 20 de agosto de 2007, a Educação Permanente em Saúde (PNEPS) deve considerar, as alternativas abaixo, EXCETO:**

- A) As especificidades regionais
- B) A superação das desigualdades regionais
- C) As necessidades de formação e desenvolvimento para o trabalho em saúde
- D) A quantidade de trabalhadores sem formação em saúde coletiva
- E) A capacidade já instalada de oferta institucional de ações formais de educação na saúde

**13. O vírus da varíola de macacos, também chamado de *monkeypox*, espalhou-se por mais de 40 países, nos últimos meses e chegou ao Brasil, no início de junho. O nome *monkeypox* se origina da descoberta inicial do vírus em macacos em um laboratório dinamarquês, em 1958. Em humanos, o primeiro caso foi identificado em uma criança na República Democrática do Congo em 1970. Atualmente, segundo a OMS esclareceu, a maioria dos animais suscetíveis a esse tipo de varíola são roedores, como ratos e cão-da-pradaria. Sobre essa doença, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) Pode ser contraída através do contato físico próximo com alguém que tenha sintomas.
- B) A doença tem alta virulência e apresenta altas taxas de letalidade.
- C) Durante a gravidez, o vírus pode atravessar a placenta causando exposição intrauterina do feto e infecção congênita do bebê.
- D) Uma diferença entre os vírus da varíola de macacos e do coronavírus é que o primeiro é um vírus de DNA, e o último, um vírus de RNA.
- E) Assim que um caso suspeito for identificado, a identificação de contatos e o rastreamento de contatos devem ser iniciados.

**14. Dada a natureza específica de cada doença ou agravo à saúde, o processo da notificação é dinâmico, variável em função das mudanças no perfil epidemiológico, dos resultados obtidos com as ações de controle e da disponibilidade de novos conhecimentos científicos e tecnológicos.**

São doenças ou agravos de Notificação Compulsória, segundo a Portaria nº 3.418, de 31 de agosto de 2022, os citados abaixo, EXCETO:

- A) doença de Chagas crônica
- B) monkeypox (varíola dos macacos)
- C) sífilis em gestante
- D) beribéri
- E) síndrome gripal suspeita de Covid-19

**15. Denomina-se estrutura epidemiológica de uma região o conjunto de fatores relacionados ao agente etiológico, hospedeiro e meio ambiente que influi sobre a ocorrência natural de uma doença na mesma região. Sobre esse assunto, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) A condição socioeconômica do indivíduo não interfere nos seus caracteres epidemiológicos.
  - B) A imunidade coletiva pode ser definida como a resistência de um grupo de pessoas ao ataque de uma doença, para a qual grande proporção dos membros do grupo é imune.
  - C) A patogenicidade é a capacidade do agente etiológico em produzir doença.
  - D) Tendência secular consiste no aumento da incidência de doenças periodicamente, num curto período de tempo.
  - E) O período de incubação é definido como um intervalo entre a infecção e o início da fase clínica da doença.
- 

**16. Sobre as doenças de Notificação Compulsória no Brasil, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) A febre tifoide ocorre predominantemente em locais associados a precárias condições de higiene e à falta de saneamento básico.
  - B) A febre maculosa é uma doença transmitida pelo carrapato.
  - C) A difteria é uma doença viral, infecciosa aguda, potencialmente grave, transmissível, extremamente contagiosa.
  - D) A coqueluche é uma importante causa de morbimortalidade infantil.
  - E) A transmissão da cólera ocorre por via fecal-oral e pode ser direta ou indireta.
- 

**17. Sobre a Razão de Mortalidade Materna, analise as alternativas abaixo e assinale a CORRETA.**

- A) É calculada a partir do número de óbitos femininos, por 100 mil mulheres grávidas residentes em determinado espaço geográfico, no ano considerado.
  - B) Estima a frequência de óbitos femininos, ocorridos até 100 dias após o término da gravidez, atribuídos a causas ligadas à gravidez, ao parto e ao puerpério, em relação ao total de mulheres grávidas.
  - C) Contribui na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico.
  - D) O uso do número de mulheres grávidas no denominador facilita a comparação dessa taxa entre diferentes regiões.
  - E) Mede a mortalidade das mulheres em cada grupo etário do período reprodutivo (de 15 a 49 anos de idade).
- 

**18. Os dados de mortalidade são de fundamental importância como indicadores da gravidade do fenômeno vigiado, sendo ainda, no caso particular de doenças de maior letalidade, mais válidos do que os dados de morbidade, por se referirem a fatos vitais bem marcantes e razoavelmente registrados. Sobre esse assunto, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) O óbito infantil é aquele ocorrido em crianças nascidas vivas, em qualquer momento desde o nascimento até 1 ano de idade incompleto, ou seja, 364 dias.
  - B) A análise dos dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) permite a construção de importantes indicadores para o delineamento do perfil de saúde de uma região.
  - C) Os serviços de saúde que integram o SUS deverão realizar busca ativa por meio do rastreamento diário dos óbitos ocorridos ou atestados em suas dependências.
  - D) A causa básica de morte é a doença ou a lesão que iniciou a sequência de acontecimentos patológicos que conduziram diretamente à morte ou as circunstâncias do acidente ou violência que produziram a lesão fatal.
  - E) Morte materna tardia refere-se à morte de mulheres por causas obstétricas depois de 2 anos após o início da gravidez.
- 

**19. Sobre a Taxa de Letalidade, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) É uma medida de gravidade da doença.
  - B) O denominador é formado pelo número de indivíduos com doença específica.
  - C) Pode ser utilizada para avaliar benefícios de uma nova terapia.
  - D) A caxumba é uma doença de baixa letalidade.
  - E) É calculada a partir da divisão do número de mortes por todas as causas pelo total de pessoas na população em um período definido.
-

**20. Sobre a Vigilância Epidemiológica no Brasil, assinale a alternativa INCORRETA.**

- A) O Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) foi instituído em 1975.  
 B) A notificação compulsória de doenças é a principal fonte de dados dos sistemas de vigilância epidemiológica de doenças transmissíveis.  
 C) A ficha individual de notificação e a ficha individual de investigação são os únicos instrumentos utilizados pela vigilância epidemiológica.  
 D) Os serviços de saúde também devem notificar a ausência de casos, configurando-se o que se denomina notificação negativa.  
 E) Para conferir maior impacto epidemiológico às medidas de controle e viabilizar a execução das atividades necessárias em todos os níveis do sistema, é imprescindível a padronização de procedimentos e condutas.

**CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

*Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como  $10,0 \text{ m/s}^2$ , densidade da água como  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , calor específico da água como  $4200 \text{ J/kgK}$ , o módulo da carga do elétron como  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , massa do próton  $m_p = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , massa do nêutron  $m_n = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , massa do elétron  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $\pi = 3$ , constante de Planck  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$  ou  $4,14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$ , energia de Rydberg =  $13,6 \text{ eV}$ , constante de Boltzmann  $k_B = 1,4 \times 10^{-23} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1}$ , constante eletrostática  $k = 9 \times 10^9 \text{ kg m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ C}^{-2}$ , velocidade da luz no vácuo  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $hc = 1,24 \times 10^{-6} \text{ eVm}$ , magneton de Bohr  $\mu_B = 9,27 \times 10^{-24} \text{ J/T}$ .*

**21. Um elétron é acelerado em um acelerador linear de 9,5 MV para atingir um alvo para produção de raios X. Então, o Fator de Lorentz do elétron é, aproximadamente, igual a**

- A) 10  
 B) 12  
 C) 16  
 D) 20  
 E) 24

**22. Uma partícula quântica é descrita pela função de onda unidimensional e independente do tempo  $\Psi(x) = A \exp(-\eta^2 x^2/2)$ , onde A e  $\eta$  são constantes, e x é uma posição no eixo horizontal.**

Dessa maneira, podemos afirmar que o valor médio da posição x é

- A) proporcional a  $\eta^2$   
 B) independente de A e  $\eta$   
 C) proporcional a  $\pi^{-2}$   
 D) dependente de A  
 E) proporcional a  $\eta^{1/2} \pi$

**23. Muônio, hidrogênio muônico e anti-hidrogênio são estruturas exóticas semelhantes ao hidrogênio, cujas emissões espectrais podem ser previstas com a teoria simples de Bohr de átomos de um elétron, semelhante à abordagem adotada em estudos de espectros de prótio (hidrogênio-1) e deutério. Um átomo do tipo hidrogênio muônico é um átomo no qual um múon negativo  $\mu^-$  toma o lugar de um elétron e orbita próximo ao núcleo.**

Sabendo que o hidrogênio muônico consiste em um próton p e um múon  $\mu^-$ , com massas de repouso  $m_p = 1836 m_e$  e  $m_\mu = 207 m_e$ , respectivamente, estime o valor da energia do primeiro estado excitado desse átomo muônico.

- A) - 2530 eV  
 B) - 632 eV  
 C) - 281 eV  
 D) - 101 eV  
 E) - 13 eV

24. Uma partícula  $\alpha$  colidindo com um elétron pode capturar o elétron e formar um íon de hélio ionizado  $\text{He}^+$ . A energia de recombinação é tipicamente emitida na forma de um fóton com energia de radiação que satisfaz a conservação de energia. Um elétron que se move com energia cinética  $K = 640 \text{ eV}$  se recombina com uma partícula  $\alpha$  para formar um átomo de hélio ionizado no estado fundamental.

Obtenha o valor aproximado do comprimento de onda  $\lambda$  do fóton monoenergético que é emitido na reação de recombinação.

Dado:  $hc = 1973 \text{ eV}\text{\AA}$ .

- A) 17  $\text{\AA}$
- B) 22  $\text{\AA}$
- C) 34  $\text{\AA}$
- D) 45  $\text{\AA}$
- E) 57  $\text{\AA}$

25. O termo decaimento  $\beta$  abrange 3 modos de decaimento radioativo em que o número atômico  $Z$  entre o nuclídeo pai e o nuclídeo filho muda em uma unidade ( $\pm 1$ ), enquanto o número de massa atômica permanece constante. Assim, o número de nucleons e a carga total são ambos conservados nos processos de decaimento  $\beta$  e pode-se dizer que o filho é um isóbaro do pai, uma vez que as duas partículas contêm o mesmo número de nucleons.

Nesse contexto, em um decaimento onde  $p$  representa um próton,  $e^-$ ,  $e^+$ ,  $\nu$  e  $u$  representam um elétron, um pósitron, um neutrino e um antineutrino, respectivamente, o decaimento  $\beta^-$  pode ser representado pelo seguinte processo:

- A)  $n \rightarrow p + e^- + \nu$
- B)  $p + e^- \rightarrow n + \nu$
- C)  $p \rightarrow n + e^+ + \nu$
- D)  $n \rightarrow p + e^+ + u$
- E)  $n \rightarrow p + e^- + u$

26. Em 1932, James Chadwick descobriu o nêutron bombardeando berílio  ${}^9_4\text{Be}$  com partículas  $\alpha$  para produzir nêutrons da seguinte reação nuclear:  ${}^9_4\text{Be} + \alpha \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + n$ , onde  ${}^9_4\text{Be}$  e  $\alpha$  consistem em alvo e projétil, respectivamente. A reação produz carbono-12 e um nêutron.

Considerando que a energia de ligação de cada partícula é aproximadamente igual a  $E[\alpha] = 28,3 \text{ MeV}$ ,  $E[{}^9_4\text{Be}] = 58,2 \text{ MeV}$ ,  $E[{}^{12}_6\text{C}] = 92,2 \text{ MeV}$  e  $E[n] = 0,0 \text{ MeV}$ , obtenha a energia da reação em unidades de MeV.

- A) 178,7
- B) 122,7
- C) 62,3
- D) 22,6
- E) 5,7

27. Comprimentos de onda de elétrons muito menores que os ópticos são facilmente obtidos. Esta é a base para o poder de resolução muito maior que os microscópios eletrônicos têm sobre os microscópios ópticos (comprimentos de onda  $\sim 4000 \text{ \AA}$ ). Em alguns de seus experimentos, Davisson e Germer usaram elétrons acelerados por uma diferença de potencial de 54 V.

Qual é o comprimento de onda de Broglie desses elétrons?

- A) 1,22  $\text{\AA}$
- B) 1,67  $\text{\AA}$
- C) 2,36  $\text{\AA}$
- D) 4,72  $\text{\AA}$
- E) 5,44  $\text{\AA}$



28. Um elétron de energia total de 2,07 MeV colide com outro elétron que está em repouso no referencial do laboratório. Considere que a energia de repouso do elétron é igual a 0,51 MeV.

Quais são a energia total  $E$  e a quantidade de movimento do sistema  $P$  no referencial do laboratório?

- A)  $E = 2,07 \text{ MeV}$  e  $P = 2,01 \text{ MeV}/c$   
 B)  $E = 1,56 \text{ MeV}$  e  $P = 2,13 \text{ MeV}/c$   
 C)  $E = 2,07 \text{ MeV}$  e  $P = 2,07 \text{ MeV}/c$   
 D)  $E = 4,28 \text{ MeV}$  e  $P = 1,86 \text{ MeV}/c$   
 E)  $E = 1,72 \text{ MeV}$  e  $P = 2,56 \text{ MeV}/c$

29. Uma superfície metálica é iluminada com luz de diferentes comprimentos de onda, e os potenciais de parada  $V$  dos fotoelétrons correspondentes estão descritos na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Potenciais de parada para luz monocromática

$\lambda^{-1} (\text{Å})$	3560	4000	4360	5000	5660	6400
$V \text{ (eV)}$	1,48	1,15	0,93	0,62	0,36	0,11

Assinale a alternativa que melhor corresponde à função trabalho do material em unidades de elétrons-volt.

- A) 0,73  
 B) 1,29  
 C) 2,48  
 D) 3,27  
 E) 5,75

30. Um aquecedor de imersão de potência 1000 W é usado para aquecer uma massa  $m$  de água em um recipiente. Após 2 minutos de operação, a temperatura da massa de água aumenta de 85,0 °C para 90,0 °C. Em seguida, o aquecedor é desligado por mais um minuto e a temperatura cai 1,0 °C.

Considerando eventuais perdas de calor para o ambiente, proporcionais ao tempo de experimentação, estime a massa da água  $m$  no recipiente em quilogramas.

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

31. Um modelo molecular simples para o DNA se baseia no funcionamento de um zíper ou fecho de correr que abre apenas em um sentido. Considere um zíper que possui  $N$  dentes e que um dente tem energia 0 quando fechado e energia  $\epsilon$  quando aberto.

Sabendo que um dente só pode estar aberto se todos os dentes anteriores já estiverem também abertos, então se  $\beta = k_B T$ , é possível escrever a função de partição  $Z$  do zíper em uma temperatura  $T$  na forma

- A)  $Z = [1 - e^{-(N+1)\beta\epsilon}] / (1 - e^{-\beta\epsilon})$   
 B)  $Z = [1 - e^{-N\beta\epsilon}] / (1 - e^{-\beta\epsilon})$   
 C)  $Z = [1 - e^{-\beta\epsilon}] / [1 - e^{-(N+1)\beta\epsilon}]$   
 D)  $Z = [1 - e^{-(N+1)\beta\epsilon}] / [1 - e^{-\beta\epsilon}]$   
 E)  $Z = [1 - e^{-N\beta\epsilon}] / (1 - e^{-1})$

32. Considerando o Princípio da Incerteza de Heisenberg, elétrons em torno de núcleos atômicos têm energias da ordem de centenas de MeV. De acordo com tal princípio, um elétron confinado às dimensões nucleares com incerteza na posição da ordem de  $\Delta x \sim 10^{-15}$  m, tem uma energia cinética K da ordem de 200 MeV.

Qual seria a estimativa para  $\Delta x$  de um elétron, se sua energia cinética K for da ordem de 100 eV?

- A)  $10^{-18}$  m
- B)  $10^{-16}$  m
- C)  $10^{-14}$  m
- D)  $10^{-12}$  m
- E)  $10^{-10}$  m

33. Na ausência de um campo magnético externo, dois dos três elétrons de um átomo de lítio ( $1s^2$ ) têm números quânticos ( $n, \ell, m_\ell, m_s$ ) iguais a  $(1, 0, 0, +1/2)$  e  $(1, 0, 0, -1/2)$ .

Dessa maneira, quais números quânticos são possíveis para o terceiro elétron ( $2s^1$ ), se o átomo estiver no estado fundamental?

- A)  $(1, 0, 0, +1/2)$
- B)  $(2, 0, 0, -1/2)$
- C)  $(1, 1, 0, +1/2)$
- D)  $(2, 1, 0, -1/2)$
- E)  $(1, 1, 1, +1/2)$

34. Um pósitron com energia cinética  $K = 2m_e c^2$  participa de um evento de aniquilação com um elétron estacionário, resultando na emissão de dois fótons 1 e 2, de energias  $E_1$  e  $E_2$ , com  $E_1 = 2E_2$ . Na expressão para K,  $m_e$  representa a massa do elétron e  $c$  é o módulo da velocidade da luz no vácuo.

Assinale a alternativa que apresenta o valor para  $E_1$ .

- A)  $2m_e c^2$
- B)  $4m_e c^2/3$
- C)  $8m_e c^2/3$
- D)  $3m_e c^2/5$
- E)  $m_e c^2$

35. Considere um Processo W de decaimento nuclear pelo qual um núcleo excitado captura um elétron orbital de uma das camadas internas do átomo. O elétron capturado deixa para trás uma lacuna na camada atômica orbital, e no núcleo um próton é convertido em um nêutron.

Então, esse Processo W consiste em um(a)

- A) espalhamento Compton.
- B) efeito fotoelétrico.
- C) conversão interna.
- D) captura eletrônica.
- E) produção de tripletos.

36. Segundo a norma CNEN 3.01, a dose absorvida é uma grandeza dosimétrica fundamental, expressa pela energia média depositada pela radiação em um volume elementar de massa. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada gray (Gy). O dano causado pela radiação ionizante em tecidos vivos não apresenta uma relação essencial com aquecimento térmico produzido pela radiação nos tecidos. Os efeitos nocivos surgem porque a radiação danifica o DNA e, portanto, interfere no funcionamento normal dos tecidos. Sabendo que uma dose de raios gama de 3,0 Gy é letal para aproximadamente metade das pessoas expostas a ela, se a energia equivalente fosse absorvida na forma de calor, qual seria o aumento da temperatura do tecido submetido a essa dose?

Considere que o calor específico do tecido vivo em questão é o mesmo da água.

- A) 2,0  $\mu$ K
- B) 5,0  $\mu$ K
- C) 1,3 mK
- D) 0,7 mK
- E) 0,1 mK

37. É possível estimar a idade de formação da Lua utilizando conhecimentos acerca do decaimento radioativo. Em uma amostra de rocha lunar, a razão entre o número de átomos de  $^{40}\text{K}$  (radioativos) presentes para o número de átomos de  $^{40}\text{Ar}$  (estáveis) é de aproximadamente 10%. Suponha que todos os átomos de argônio foram produzidos pelo decaimento de átomos de potássio, com meia-vida de  $1,25 \times 10^9$  anos. Considerando as informações do texto, assinale a alternativa que apresenta a melhor estimativa para a idade da rocha lunar em unidades de bilhões de anos.

Se necessário, considere  $\ln(11) = 2,4$  e  $\ln(2) = 0,7$ , onde  $\ln(x)$  representa o logaritmo natural do número  $x$ .

- A) 0,25
- B) 1,50
- C) 2,65
- D) 3,40
- E) 4,30

38. Estime o comprimento de onda  $\lambda$  das linhas de Balmer de energia mais baixa emitidas pelo prótio (hidrogênio-1) em ângströms.

- A) 6500
- B) 6000
- C) 4500
- D) 3800
- E) 2700

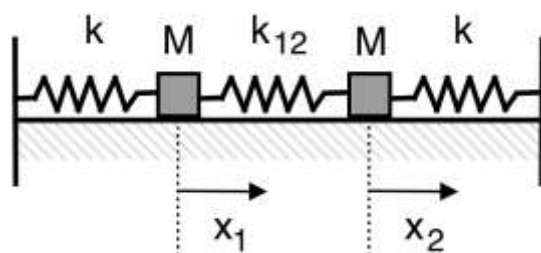
39. A equação  $\psi(x) \sim \exp[i(6.5 \text{ \AA}^{-1})x]$  representa uma função de onda livre e é uma solução válida para a equação de Schrödinger. A função  $\psi(x)$  representa um elétron experimentando uma força resultante nula ao longo de um movimento no eixo  $x$ .

Então, a energia cinética dessa partícula é aproximadamente igual a

- A) 121 eV
- B) 169 eV
- C) 225 eV
- D) 542 eV
- E) 627 eV

40. Um sistema de movimento acoplado em uma dimensão composto de dois osciladores acoplados está ilustrado na figura a seguir. Cada oscilador está conectado a uma mola de constante elástica  $k$  e entre si via uma mola de constante elástica  $k_{12}$ . Conforme mostra a figura, as duas massas  $M$  estão ligadas entre si pela mola de acoplamento e por outras molas em posições fixas.

Então, podemos afirmar que suas autofreqüências de oscilação  $\omega_+$  e  $\omega_-$  são escritas na forma



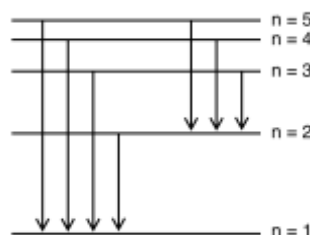
- A)  $(\omega_+)^2 = (k+2k_{12})/M$  e  $(\omega_-)^2 = k/M$
- B)  $(\omega_+)^2 = (k+2k_{12})/4M$  e  $(\omega_-)^2 = k/2M$
- C)  $(\omega_+)^2 = (k+4k_{12})/M$  e  $(\omega_-)^2 = k/2M$
- D)  $(\omega_+)^2 = (2k+k_{12})/M$  e  $(\omega_-)^2 = k/4M$
- E)  $(\omega_+)^2 = 2(k+k_{12})/M$  e  $(\omega_-)^2 = 2k/M$

41. Assinale a alternativa CORRETA considerando a NORMA CNEN 3.01 RESOLUÇÃO 164/14 DE MARÇO DE 2014 EM 6.3 EXPOSIÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.

No caso de exposições ocupacionais recebidas no curso de uma intervenção, devem ser cumpridos os seguintes requisitos, conforme apropriado, em relação às equipes de intervenção:

- A) nenhum membro das equipes de intervenção, para atendimento a situações de emergência, deve ser exposto à dose superior ao limite anual de dose para exposição ocupacional, estabelecido nesta Norma, sem exceções.
- B) quando da realização de intervenções para atendimento a situações de emergência sob as circunstâncias mencionadas acima, as doses efetivas dos membros da equipe devem estar entre 1000 e 10000 mSv, com exceção das ações para salvar vidas, quando devem ser sempre observados os limiares relacionados aos efeitos determinísticos.
- C) os titulares, empregadores e responsáveis pelas demais organizações envolvidas na intervenção têm a opção de, durante a intervenção de emergência, fornecer proteção radiológica apropriada aos membros das equipes, avaliar e registrar as doses recebidas e, quando a intervenção terminar, fornecer os históricos das doses recebidas.
- D) as doses recebidas em situação de emergência não impedem exposições ocupacionais posteriores, uma vez que estas não devem ser contabilizadas para fins de conformidade com os limites de dose para práticas. No caso de ter recebido, em situação de emergência, uma dose efetiva superior a 100 mSv ou dose absorvida superior ao limiar de efeitos determinísticos, o titular ou empregador deve solicitar aconselhamento médico qualificado, antes que o membro da equipe venha a se submeter a qualquer exposição adicional.
- E) quando a fase de pós-emergência de uma intervenção for iniciada, os membros das equipes, que efetuam operações de recuperação, não necessitam estar sujeitos aos mesmos requisitos de exposição ocupacional para as práticas, conforme especificados nesta Norma.

42. Considere o diagrama de níveis de energia para um átomo de um elétron, ilustrado na figura a seguir. Considerando as séries de Lyman, com nível final do estado fundamental  $n = 1$ , o maior comprimento de onda nessa série é igual a



- A) 44,5 nm
- B) 91,1 nm
- C) 121,5 nm
- D) 396,9 nm
- E) 410,0 nm

43. A radiação de Raios X é uma forma penetrante de radiação eletromagnética de alta energia. A maioria dos Raios X tem um comprimento de onda que varia de 10 picômetros a 10 nanômetros, correspondendo a frequências na faixa de 30 petahertz a 30 exahertz ( $3 \times 10^{16}$  Hz a  $3 \times 10^{19}$  Hz) e energias na faixa de 145 eV a 124 keV. Em um experimento de dispersão de Raios X em um alvo de carbono, verifica-se que uma radiação de comprimento de onda  $\lambda = 21$  pm é detectada a  $60^\circ$  do feixe incidente.

Portanto, o deslocamento Compton dos raios espalhados é aproximadamente igual a

- A) 0,42 pm
- B) 1,12 pm
- C) 2,56 pm
- D) 3,14 pm
- E) 5,50 pm

44. Em um experimento de Stern-Gerlach, um feixe de átomos de prata passa por um gradiente de campo magnético  $\text{dB/dz}$  de magnitude 1,0 T/mm que é estabelecido ao longo do eixo z. Esta região de campo tem um comprimento  $w$  de 2,0 cm na direção do feixe. A velocidade dos átomos é de 500 m/s. A que distância os átomos foram defletidos quando saem da região do gradiente de campo?

A massa de um átomo de prata é  $1,8 \times 10^{-25}$  kg.

- A) 0,01 mm
- B) 0,02 mm
- C) 0,04 mm
- D) 0,08 mm
- E) 0,16 mm

45. Considere as dez observações a seguir da taxa de batimentos cardíacos máximos em um exercício físico acompanhado de um profissional médico.

Tabela 2 – Dados de exercício para homens ativos saudáveis

Caso	Idade	Máximo de batimentos por minuto
1	46	192
2	25	190
3	25	190
4	31	174
5	30	194
6	36	168
7	29	185
8	27	200
9	56	164
10	47	175

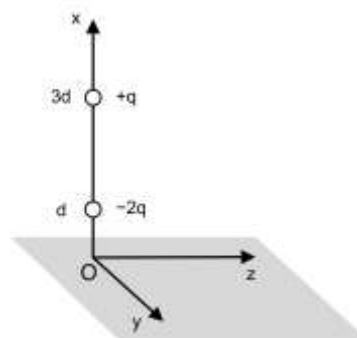
Então, a média de batimentos cardíacos máximos por minuto para pacientes homens ativos saudáveis com idade superior a 30 é aproximadamente igual a

- A) 168
- B) 170
- C) 175
- D) 177
- E) 181

46. Considere a configuração de cargas da figura a seguir, onde uma carga negativa está posicionada em  $(x, y, z) = (d, 0, 0)$  e outra carga positiva está na posição de coordenadas  $(x, y, z) = (3d, 0, 0)$  no vácuo. Se o plano  $yz$  for um condutor aterrado, obtenha a força resultante sobre a carga  $+q$ .

Considere  $\epsilon_0$  como a permissividade elétrica do vácuo.

- A)  $(0, 3q^2/144\pi\epsilon_0d^2, 0)$
- B)  $(0, 0, 7q^2/8\pi\epsilon_0d^2)$
- C)  $(q^2/8\pi\epsilon_0d^2, 0, -9q^2/16\pi\epsilon_0d^2)$
- D)  $(-9q^2/72\pi\epsilon_0d^2, 0, 0)$
- E)  $(-29q^2/288\pi\epsilon_0d^2, 0, 0)$



47. Considerando as definições e siglas adotadas para fins da NORMA CNEN 3.01 RESOLUÇÃO 164/14 DE MARÇO DE 2014, sobre as DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, assinale a alternativa CORRETA.

- A) Exposição acidental - exposição que persiste ao longo do tempo.
- B) Exposição potencial - exposição normal ou potencial de um indivíduo em decorrência de seu trabalho ou treinamento em práticas autorizadas ou intervenções, excluindo-se a radiação natural do local.
- C) Exposição ocupacional - exposição cuja ocorrência não pode ser prevista com certeza, mas que pode resultar de um acidente envolvendo diretamente uma fonte de radiação ou em consequência de um evento ou de uma série de eventos de natureza probabilística.
- D) Exposição médica - exposição a que são submetidos: i) pacientes, para fins de diagnóstico ou terapia; ii) indivíduos expostos, fora do contexto ocupacional, que, voluntária e eventualmente, assistem pacientes durante o procedimento radiológico de terapia ou diagnóstico; iii) indivíduos voluntários em programas de pesquisa médica ou biomédica.
- E) Exposição crônica - exposição involuntária decorrente de situações de acidente, terrorismo ou sabotagem.

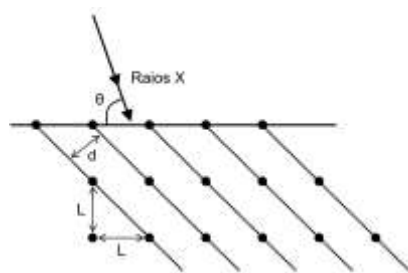
48. Quando um núcleo sofre decaimento alfa, ele se transforma em um nuclídeo diferente emitindo uma partícula alfa (um núcleo de hélio,  ${}^4\text{He}$ ). Por exemplo, quando o urânio  ${}^{238}\text{U}$  sofre decaimento alfa, ele se transforma em tório  ${}^{234}\text{Th}$  segundo a reação  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^4\text{He}$ . Este decaimento alfa a partir de  ${}^{238}\text{U}$  pode ocorrer espontaneamente (sem uma fonte externa de energia) porque a massa total do decaimento produz  ${}^{234}\text{Th}$  e  ${}^4\text{He}$  e é menor que a massa do original  ${}^{238}\text{U}$ . No entanto, a meia-vida do  ${}^{238}\text{U}$  para este processo de decaimento é  $4,5 \times 10^9$  anos.

Assinale a alternativa que melhor explica o motivo do processo  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^4\text{He}$  ser espontâneo, porém tão demorado.

- A) A energia de massa total dos produtos de decaimento é menor que a energia de massa do nuclídeo original.  
 B) O fator Q para o decaimento  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^4\text{He}$  é de 4,25 MeV, onde essa quantidade de energia é liberada pelo decaimento alfa de  ${}^{238}\text{U}$ , sendo transferida da energia de massa de  ${}^{238}\text{U}$  para a energia cinética dos dois produtos.  
 C) Esse núcleo de  ${}^{238}\text{U}$  é cercado por uma barreira potencial intensa, e o decaimento alfa torna-se possível apenas como resultado do tunelamento dessa barreira pela partícula alfa.  
 D) A demora na reação espontânea é uma propriedade natural do núcleo de  ${}^{238}\text{U}$ , também presente em seu isótopo  ${}^{228}\text{U}$  com tempos de decaimento de meia-vida similares.  
 E) Para o decaimento ocorrer, o núcleo de  ${}^{238}\text{U}$  deve absorver 4,25 MeV do ambiente a fim de promover a ejeção da partícula alfa, efetivando a reação de decaimento.

49. Considere uma reflexão de primeira ordem de um feixe de raios X nos planos de reflexão de um cristal, ilustrado na figura a seguir. Se a reflexão ocorre quando a radiação incidente, de comprimento de onda 0,220 nm, faz um ângulo  $\theta = 75^\circ$  com a face superior do cristal, qual é o tamanho aproximado da célula unitária L?

Considere que d representa a distância interplanar que também é desconhecida.



- A) 308 nm  
 B) 264 nm  
 C) 162 nm  
 D) 122 nm  
 E) 106 nm

50. A componente elétrica de um feixe de luz polarizada é descrita pela equação  $E_y = (6,00 \text{ V/m})\text{sen}[(1,00 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + wt]$ , onde z representa uma posição no eixo cartesiano z, w representa a frequência angular da radiação e t representa um instante de tempo. Então, uma possível expressão para a componente do campo magnético da onda é:

- A)  $B_y = (4,00 \times 10^{-8} \text{ T}) \text{sen}[(1,00 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + (3,00 \times 10^{14}/\text{s})t]$   
 B)  $B_x = (2,00 \times 10^{-8} \text{ T}) \text{sen}[(1,50 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + (6,00 \times 10^{14}/\text{s})t]$   
 C)  $B_z = (1,00 \times 10^{-8} \text{ T}) \text{sen}[(1,50 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + (3,00 \times 10^{14}/\text{s})t]$   
 D)  $B_x = (2,00 \times 10^{-8} \text{ T}) \text{sen}[(1,00 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + (3,00 \times 10^{14}/\text{s})t]$   
 E)  $B_y = (2,00 \times 10^{-8} \text{ T}) \text{sen}[(1,00 \times 10^6 \text{ m}^{-1})z + (6,00 \times 10^{14}/\text{s})t]$



**CADERNO 54**  
**- FÍSICA E FÍSICA MÉDICA -**