



TURNO

NOME DO CANDIDATO

Nº DE INSCRIÇÃO

ESCOLA

SALA

ORDEM

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO**INSTRUÇÕES GERAIS**

- O candidato receberá do fiscal:
Um Caderno de Questões contendo **70 (setenta) questões** objetivas de múltipla escolha.
Uma Folha de Respostas personalizada para a Prova Objetiva.
 - Ao ser autorizado o início da prova, verifique, no Caderno de Questões, se a numeração das questões e a paginação estão corretas e se não há falhas, manchas ou borrões. Se algum desses problemas for detectado, solicite ao fiscal outro caderno completo. Não serão aceitas reclamações posteriores.
 - A totalidade da Prova terá a duração de **5h (cinco horas)**, incluindo o tempo para preenchimento da Folha de Respostas da Prova Objetiva.
 - Iniciada a Prova, nenhum candidato poderá retirar-se da sala antes de decorridas **2h (duas horas)** de prova, devendo, ao sair, entregar ao fiscal de sala, obrigatoriamente, o Caderno de Questões e a Folha de Respostas da Prova Objetiva. A Folha de Respostas da Prova Objetiva será o único documento válido para correção.
- Não serão permitidas consultas a quaisquer materiais, uso de telefone celular ou outros aparelhos eletrônicos.
- Caso seja necessária a utilização do sanitário, o candidato deverá solicitar permissão ao fiscal de sala, que designará um fiscal volante para acompanhá-lo no deslocamento, devendo manter-se em silêncio durante o percurso, podendo, antes da entrada no sanitário, e depois da utilização deste, ser submetido à revista com detector de metais. Na situação descrita, se for detectado que o candidato está portando qualquer tipo de equipamento eletrônico, será eliminado automaticamente do concurso.
 - O candidato, ao terminar a prova, deverá retirar-se imediatamente do estabelecimento de ensino, não podendo permanecer nas dependências deste, bem como não poderá utilizar os sanitários.

INSTRUÇÕES – PROVA OBJETIVA

- Verifique se seus dados estão corretos na Folha de Respostas.
- A Folha de Respostas **NÃO** pode ser dobrada, amassada, rasurada, manchada ou conter qualquer registro fora dos locais destinados às respostas.
- Use caneta transparente de tinta preta ou azul.
- Assinale a alternativa que julgar correta para cada questão na Folha de Respostas.
- Para cada questão, existe apenas **1 (uma)** resposta certa – não serão computadas questões não assinaladas ou que contenham mais de uma resposta, emendas ou rasuras.
- O modo correto de assinalar a alternativa é cobrindo, completamente, o espaço a ela correspondente, conforme modelo abaixo:



- Todas as questões deverão ser respondidas.

OS TEXTOS E AS QUESTÕES FORAM REDIGIDOS CONFORME O NOVO ACORDO ORTOGRÁFICO DA LÍNGUA PORTUGUESA, MAS ESTE NÃO SERÁ COBRADO NO CONTEÚDO.

02/2015



Espaço reservado para anotação das respostas - O candidato poderá destacar e levar para conferência.



NOME DO CANDIDATO

Nº DE INSCRIÇÃO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70					

O gabarito da Prova Objetiva estará disponível no site da **Cetro Concursos (www.cetroconcursos.org.br)** a partir do dia **24 de fevereiro de 2015**.

CONHECIMENTOS GERAIS

LÍNGUA PORTUGUESA

Leia o texto adaptado abaixo para responder às questões 1 e 2.

Caçada por submarino evoca tempos da Guerra Fria para Suécia e Rússia

Suecos lançaram operação para localizar embarcação invasora em suas águas; russos negam envolvimento no caso e apontam para a Holanda

Um submarino estrangeiro detectado no arquipélago de Estocolmo provocou a maior mobilização militar na Suécia desde a Guerra Fria, envolvendo o deslocamento emergencial de soldados, embarcações e helicópteros. Nesta segunda-feira, uma zona fechada para voos foi declarada na área de buscas.

Os primeiros alertas começaram a soar na sexta-feira e a suspeita logo recaiu sobre a Rússia, que negou envolvimento no caso e ainda apontou para a Holanda. “É um submarino de propulsão diesel-elétrica holandês *Bruinvis* que, na semana passada, realizava exercícios bem perto de Estocolmo”, afirmou uma fonte do Ministério da Defesa russo.

Só que o porta-voz do ministério holandês da Defesa, Marnoes Visser, também negou sua participação. “O submarino holandês não está envolvido e nós não estamos envolvidos nas operações de busca lançadas pelas forças suecas”, declarou. “Participamos em manobras com a Suécia e outros navios, mas elas terminaram na terça-feira da semana passada”.

Nas últimas semanas, a Suécia vem apontando uma série de invasões ao seu espaço aéreo por parte de aviões russos, esfriando as relações entre os dois países. Sobre o submarino, especificamente, as autoridades suecas limitaram-se a afirmar que receberam um alerta sobre “atividade submarina estrangeira” no litoral. O primeiro-ministro Stefan Löfven disse que, por enquanto, as missões lançadas pela Marinha são apenas para “coletar informações”.

Segundo uma reportagem do jornal *Svenska Dagbladet* publicada no fim de semana, o serviço secreto sueco interceptou frequências de rádio em uma área entre o litoral de Estocolmo e o enclave russo de Kaliningrado, onde está localizada grande parte da frota russa no Mar Báltico.

A situação expõe a preocupação crescente sobre as intenções de Vladimir Putin na região. Em pouco mais de um mês, surgiram informações sobre um agente de inteligência da Estônia que teria sido levado por forças russas, a Finlândia reclamou da interferência de Moscou em um de seus navios de

pesquisa e a Suécia fez um protesto formal sobre uma “grave violação” quando caças russos entraram em seu espaço aéreo.

“Isso pode se tornar um divisor de águas para a segurança em toda a região do Mar Báltico”, escreveu o chanceler letão, Edgars Rinkevics, em sua conta em uma rede social. Autoridades da Letônia apontaram um aumento na presença de submarinos e navios russos perto de suas águas territoriais.

Histórico – Não é a primeira vez que um submarino provoca um estranhamento nas relações entre a Rússia e a Suécia. A caçada desta semana ao submarino misterioso evoca as rotineiras invasões das águas territoriais suecas por embarcações soviéticas durante os anos da Guerra Fria.

No incidente mais notável, ocorrido em outubro de 1981, um submarino a diesel soviético acabou encalhando acidentalmente em uma praia sueca próxima de Karlskrona, onde está localizada a maior base naval da Suécia. No momento mais tenso do episódio, navios de guerra soviéticos tentaram forçar passagem entre a marinha sueca para resgatar o submarino. No final, os esforços de intimidação não funcionaram e os soviéticos retrocederam. O episódio só acabou depois de dez dias de tensão, quando rebocadores suecos acabaram levando o submarino para águas internacionais, onde ele foi entregue aos soviéticos.

Houve também alarmes falsos, ocasiões em que a Suécia pensou ter detectado submarinos quando, na verdade, os sinais haviam sido emitidos por lontras.

<http://veja.abril.com.br/noticia/mundo/cacada-por-submarino-provoca-queda-de-braco-entre-russia-e-suecia>

1. De acordo com o texto, analise as assertivas abaixo.
 - I. Na realidade, não houve a detecção de submarinos em nenhuma ocasião. Em todas as vezes, os sinais haviam sido emitidos por lontras.
 - II. O submarino detectado em Estocolmo provocou grande mobilização militar na Suécia durante a Guerra Fria.
 - III. Ainda que a Rússia negue envolvimento e aponte para a Holanda, a situação expõe a preocupação crescente sobre as intenções russas na região do Mar Báltico.

É correto o que se afirma em

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

2. De acordo com a norma-padrão da Língua Portuguesa e quanto à acentuação, assinale a alternativa em que as palavras devam ser acentuadas, respectivamente, de acordo com as **mesmas** regras de acentuação das palavras apresentadas abaixo.

Arquipélago/ notável/ inteligência

- (A) Sofa/ tambem/ violencia
- (B) Cronica/ acaraje/ pes
- (C) Armazem/ torax/ facil
- (D) Lagrima/ agradavel/ proverbio
- (E) Album/ pro/ jilo

3. De acordo com a norma-padrão da Língua Portuguesa e quanto à ortografia, assinale a alternativa correta.

- (A) A evazão escolar aumentou em relação ao ano passado.
- (B) Exonerou-se desta responsabilidade, mas assumiu outras.
- (C) Os bandidos ficaram calados com medo de sofrer reprazálias.
- (D) Minha sogra está sofrendo com retenção de líquidos.
- (E) O diretor se opôs à recisão do contrato.

4. De acordo com a norma-padrão da Língua Portuguesa e quanto à concordância verbal, assinale a alternativa correta.

- (A) Fui eu que pinteí o muro da escola.
- (B) Perto de quinhentos alunos compareceu à cerimônia que homenageava a professora falecida.
- (C) Confiam-se em teses absurdas no que concerne à análise dos dados estatísticos.
- (D) Suponho ser eles os responsáveis pelas manifestações.
- (E) 25% quer a mudança na área da Educação.

5. De acordo com a norma-padrão da Língua Portuguesa e quanto à ocorrência de crase, assinale a alternativa correta.

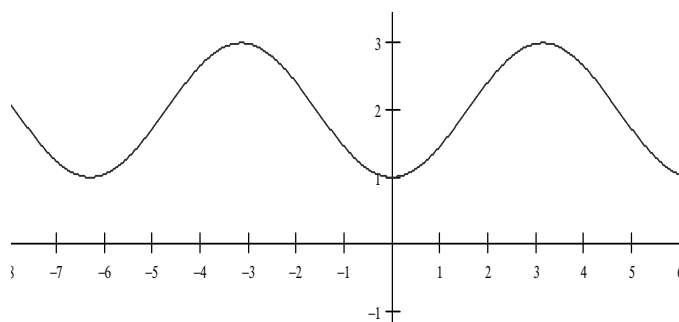
- (A) Quero falar à algumas pessoas a respeito da minha carreira.
- (B) Estamos à caminho do hospital.
- (C) Ele não estava disposto à testemunhar contra seu próprio pai.
- (D) Quero mostrar à você o quarto do meu filho.
- (E) A mulher à qual devo minha vida faleceu no ano passado.

MATEMÁTICA/ RACIOCÍNIO LÓGICO

6. Com o intuito de alavancar as vendas de carros, uma concessionária, no início do mês de dezembro, ofereceu um desconto de 5% nos preços de todos os seus automóveis. Os resultados de vendas não foram satisfatórios e os diretores resolveram, no final do mês, oferecer, em caráter promocional, um desconto de 15% sobre o preço já reduzido, mantendo, assim, uma ínfima margem de lucro. Se forem considerados o valor de um veículo no início do mês antes dos descontos e seu valor no final do mês após todos os descontos, verificar-se-á que o valor total de desconto neste mês foi de

- (A) 20%.
- (B) 19,25%.
- (C) 18,75%.
- (D) 18,25%.
- (E) 17,85%.

7. Analise o gráfico abaixo.



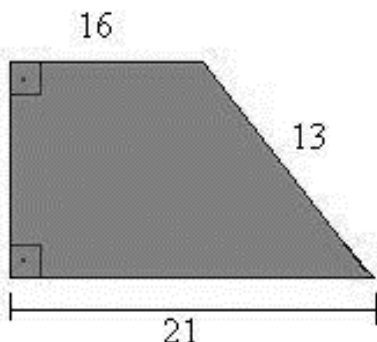
Assinale a alternativa que apresenta a **única** função que atende a esta representação gráfica.

- (A) $f(x) = 2 \cdot \text{sen}(x)$.
- (B) $f(x) = \log(x)$.
- (C) $f(x) = x^2 + 1$.
- (D) $f(x) = 2 - \cos(x)$.
- (E) $f(x) = x + 1$.

8. Considerando apenas os algarismos 0, 3, 5, 7 e 9, assinale a alternativa que apresenta a quantidade de números de 4 algarismos que podem ser formados que são múltiplos de 5.

- (A) 625.
- (B) 500.
- (C) 250.
- (D) 200.
- (E) 96.

9. Pedro comprou um terreno, conforme a figura abaixo, com unidades dadas em metros, e precisa cercá-lo para evitar que animais estraguem o solo que acabou de ser arado. Para a cerca, utilizará 4 fileiras de arame farpado em cada um dos lados. Diante do exposto, assinale a alternativa que apresenta a quantidade de arame que Pedro deverá comprar.



- (A) 248m.
(B) 200m.
(C) 124m.
(D) 62m.
(E) 50m.
10. Um investidor aplicou R\$200.000,00 durante 2 anos em uma modalidade de investimento que oferece juros simples de 2% a.m.. Diante do exposto, é correto afirmar que o rendimento total do investimento após este período foi de
- (A) R\$202.000,00.
(B) R\$240.000,00.
(C) R\$268.000,00.
(D) R\$284.000,00.
(E) R\$296.000,00.

INGLÊS BÁSICO

Read the text below to answer the questions 11-15.

NASA Researchers Studying Advanced Nuclear Rocket Technologies

January 9, 2013

By using an innovative test facility at NASA's Marshall Space Flight Center in Huntsville, Ala., researchers are able to use non-nuclear materials to simulate nuclear thermal rocket fuels – ones capable of propelling bold new exploration missions to the Red Planet and beyond. The Nuclear Cryogenic Propulsion Stage team is tackling a three-year project to demonstrate the viability of nuclear propulsion system technologies. A nuclear rocket engine uses a nuclear reactor to

heat hydrogen to very high temperatures, which expands through a nozzle to generate thrust. Nuclear rocket engines generate higher thrust and are more than twice as efficient as conventional chemical rocket engines.

The team recently used Marshall's Nuclear Thermal Rocket Element Environmental Simulator, or NTREES, to perform realistic, non-nuclear testing of various materials for nuclear thermal rocket fuel elements. In an actual reactor, the fuel elements would contain uranium, but no radioactive materials are used during the NTREES tests. Among the fuel options are a graphite composite and a "cermet" composite – a blend of ceramics and metals. Both materials were investigated in previous NASA and U.S. Department of Energy research efforts.

Nuclear-powered rocket concepts are not new; the United States conducted studies and significant ground testing from 1955 to 1973 to determine the viability of nuclear propulsion systems, but ceased testing when plans for a crewed Mars mission were deferred.

The NTREES facility is designed to test fuel elements and materials in hot flowing hydrogen, reaching pressures up to 1,000 pounds per square inch and temperatures of nearly 5,000 degrees Fahrenheit – conditions that simulate space-based nuclear propulsion systems to provide baseline data critical to the research team.

"This is vital testing, helping us reduce risks and costs associated with advanced propulsion technologies and ensuring excellent performance and results as we progress toward further system development and testing," said Mike Houts, project manager for nuclear systems at Marshall.

A first-generation nuclear cryogenic propulsion system could propel human explorers to Mars more efficiently than conventional spacecraft, reducing crews' exposure to harmful space radiation and other effects of long-term space missions. It could also transport heavy cargo and science payloads. Further development and use of a first-generation nuclear system could also provide the foundation for developing extremely advanced propulsion technologies and systems in the future – ones that could take human crews even farther into the solar system.

Building on previous, successful research and using the NTREES facility, NASA can safely and thoroughly test simulated nuclear fuel elements of various sizes, providing important test data to support the design of a future Nuclear Cryogenic Propulsion Stage. A nuclear cryogenic upper stage – its liquid-hydrogen propellant chilled to super-cold temperatures for launch – would be designed to be safe during all mission phases

and would not be started until the spacecraft had reached a safe orbit and was ready to begin its journey to a distant destination. Prior to startup in a safe orbit, the nuclear system would be cold, with no fission products generated from nuclear operations, and with radiation below significant levels.

“The information we gain using this test facility will permit engineers to design rugged, efficient fuel elements and nuclear propulsion systems,” said NASA researcher Bill Emrich, who manages the NTREES facility at Marshall. “It’s our hope that it will enable us to develop a reliable, cost-effective nuclear rocket engine in the not-too-distant future.”

The Nuclear Cryogenic Propulsion Stage project is part of the Advanced Exploration Systems program, which is managed by NASA’s Human Exploration and Operations Mission Directorate and includes participation by the U.S. Department of Energy. The program, which focuses on crew safety and mission operations in deep space, seeks to pioneer new approaches for rapidly developing prototype systems, demonstrating key capabilities and validating operational concepts for future vehicle development and human missions beyond Earth orbit.

Marshall researchers are partnering on the project with NASA’s Glenn Research Center in Cleveland, Ohio; NASA’s Johnson Space Center in Houston; Idaho National Laboratory in Idaho Falls; Los Alamos National Laboratory in Los Alamos, N.M.; and Oak Ridge National Laboratory in Oak Ridge, Tenn.

The Marshall Center leads development of the Space Launch System for NASA. The Science & Technology Office at Marshall strives to apply advanced concepts and capabilities to the research, development and management of a broad spectrum of NASA programs, projects and activities that fall at the very intersection of science and exploration, where every discovery and achievement furthers scientific knowledge and understanding, and supports the agency’s ambitious mission to expand humanity’s reach across the solar system. The NTREES test facility is just one of numerous cutting-edge space propulsion and science research facilities housed in the state-of-the-art Propulsion Research & Development Laboratory at Marshall, contributing to development of the Space Launch System and a variety of other NASA programs and missions.

Available in: <http://www.nasa.gov>

11. Considering the text, read the statements below.

- I. Engines powered by expanded hydrogen work better than regular chemical engines.
- II. A CERMET composite is made of ceramics, metal and graphite.
- III. The Nuclear Cryogenic Propulsion Stage created the technology that took human crews to Mars.

According to the text, the correct assertion(s) is(are)

- (A) I and II, only.
- (B) I, II and III.
- (C) I and III, only.
- (D) I, only.
- (E) II, only.

12. According to the text, one of the NASA’s Marshall Space Flight Center cutting-edge research facility is called

- (A) Space Launch System.
- (B) Nuclear Thermal Rocket Element Environmental Simulator.
- (C) Advanced Exploration Systems.
- (D) Nuclear Cryogenic Propulsion Stage.
- (E) Human Exploration and Operations Mission Directorate.

13. Read the excerpt below taken from the text.

“The program, which focuses on crew safety and mission operations in deep space, **seeks** to pioneer new approaches for rapidly developing prototype systems, demonstrating key capabilities and validating operational concepts for future vehicle development and human missions **beyond** Earth orbit.”

Choose the alternative that presents the words that best substitutes, respectively, the bold and underlined ones in the sentences above.

- (A) drops/ with
- (B) tackles/ within
- (C) tries/ outside
- (D) brings/ inside
- (E) travels/ behind

14. Consider the verb tense in the following sentence taken from the text.

“Nuclear-powered rocket concepts are not new.”

Choose the alternative in which the extract is in the **same** verb tense as the one above.

- (A) “Nuclear rocket engines generate higher thrust [...]”.
- (B) “[...] this test facility will permit engineers to design rugged, efficient fuel elements and nuclear propulsion systems [...]”.
- (C) “[...] the United States conducted studies and significant ground testing from 1955 to 1973 [...]”.
- (D) “A first-generation nuclear cryogenic propulsion system could propel human explorers to Mars more efficiently [...]”.
- (E) “Both materials were investigated in previous NASA and U.S. Department of Energy research efforts.”

15. Read the following sentence taken from the text.

“Nuclear rocket engines generate **higher** thrust and are more than twice **as efficient as** conventional chemical rocket engines.”

It is correct to affirm that the adjectives in bold and underlined are, respectively,

- (A) comparative of inferiority and superlative.
- (B) superlative of superiority and comparative of inferiority.
- (C) superlative of equality and comparative of superiority.
- (D) comparative of superiority and superlative of inferiority.
- (E) comparative of superiority and comparative of equality.

Read the text below to answer questions 16-20.

Background

The Naval Nuclear Propulsion Program (NNPP) started in 1948. Since that time, the NNPP has provided safe and effective propulsion systems to power submarines, surface combatants, and aircraft carriers. Today, nuclear propulsion enables virtually undetectable US Navy submarines, including the sea-based leg of the strategic triad, and provides essentially inexhaustible propulsion power independent of forward logistical support to both our submarines and aircraft carriers. Over forty percent of the Navy's major combatant ships are nuclear-powered, and because of their demonstrated safety and reliability, these ships have access to seaports throughout the world. The NNPP has consistently sought the best way to affordably meet Navy

requirements by evaluating, developing, and delivering a variety of reactor types, fuel systems, and structural materials. The Program has investigated many different fuel systems and reactor design features, and has designed, built, and operated over thirty different reactor designs in over twenty plant types to employ the most promising of these developments in practical applications. Improvements in naval reactor design have allowed increased power and energy to keep pace with the operational requirements of the modern nuclear fleet, while maintaining a conservative design approach that ensures reliability and safety to the crew, the public, and the environment. As just one example of the progress that has been made, the earliest reactor core designs in the NAUTILUS required refueling after about two years while modern reactor cores can last the life of a submarine, or over thirty years without refueling. These improvements have been the result of prudent, conservative engineering, backed by analysis, testing, and prototyping. The NNPP was also a pioneer in developing basic technologies and transferring technology to the civilian nuclear electric power industry. For example, the Program demonstrated the feasibility of commercial nuclear power generation in this country by designing, constructing and operating the Shipping port Atomic Power Station in Pennsylvania and showing the feasibility of a thorium-based breeder reactor.

In: Report on Low Enriched Uranium for Naval Reactor Cores. Page 1.
Report to Congress, January 2014.
Office of Naval Reactors. US Dept. of Energy. DC 2058
<http://fissilematerials.org/library/doe14.pdf>

16. According to the text, choose the alternative that presents how long can modern reactor cores stay without refueling.

- (A) 26 years.
- (B) 13 years.
- (C) Over 30 years.
- (D) Over 40 years.
- (E) Less than 13 years.

17. Read the excerpt below taken from the text.

“[...] because of their demonstrated **safety** and **reliability**, these ships have access to seaports throughout the world.”

Choose the alternative that presents the words that would **better** translate, respectively, the ones in bold and underlined.

- (A) segurança/ confiança
- (B) risco/ receio
- (C) cintos/ funcionalidade
- (D) pontes/ reatores
- (E) insegurança/ medo

18. Choose the alternative in which the bold and underlined word has the **same** grammar function as the one below.

“The NNPP has **consistently** sought the best way to affordably meet Navy requirements by evaluating, developing, and delivering a variety of reactor types, fuel systems, and structural materials.”

- (A) Engineers are **constantly** searching for new discoveries.
- (B) The **analysis** of the reports is being reviewed.
- (C) Researchers **improved** the studies about nuclear power generation.
- (D) Technologies can be **decisive** to more advances in the nuclear power generation.
- (E) For their own **safety**, the submarines must have all equipments tested.

19. According to the text, the Naval Nuclear Propulsion Program – NNPP

- I. investigates more efficient fuels and reactors for the Navy.
- II. is concerned about how to spend the financial resources received.
- III. has also contributed with the civilian power industry.

The correct assertion(s) is(are)

- (A) I and III, only.
- (B) I and II, only.
- (C) III, only.
- (D) II and III, only.
- (E) I, II and III.

20. Read the passage taken of the text below.

“The Naval Nuclear Propulsion Program (NNPP) started in 1948. Since that time, the NNPP has provided safe and **effective** propulsion systems to power submarines, surface combatants, and aircraft carriers. Today, nuclear propulsion enables virtually **undetected** US Navy submarines, including the sea-based leg of the strategic triad, and provides essentially **inexhaustible** propulsion power independent of forward logistical support to both our submarines and aircraft carriers.”

Choose the alternative in which the words can properly substitute the ones in bold and underlined, respectively.

- (A) useless/ noticeable/ finite
- (B) operation/ target/ machine
- (C) effect/ detection/ exhaustion
- (D) efficient/ invisible/ endless
- (E) much/ little/ no

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ENERGIA NUCLEAR

21. Se um nuclídeo isótopo de hidrogênio H-3 sofre de modo espontâneo um decaimento β^- (beta menos), é correto afirmar que o núcleo se transformará em um(a)

- (A) núcleo de um isótopo de lítio.
- (B) núcleo de trítio.
- (C) núcleo de deutério.
- (D) partícula α .
- (E) núcleo de um isótopo de hélio.

22. Nuclídeos são núcleos atômicos caracterizados por: número de nêutrons; número de prótons; número de massa; e número atômico. É correto afirmar que são considerados nuclídeos isótopos aqueles que têm mesmo

- (A) número de massa e diferente número de próton.
- (B) número de nêutron e diferente número de massa.
- (C) número atômico e diferente número de massa.
- (D) número atômico e diferente número de próton.
- (E) excesso de nêutrons e diferente número de massa.

23. Dado um núcleo atômico qualquer, é correto afirmar que a energia de ligação nuclear é a

- (A) energia existente no núcleo do átomo, mantendo-o estável.
- (B) energia que deve ser fornecida ao núcleo para separar os seus núcleons.
- (C) massa de energia dos prótons e nêutrons que formam o nuclídeo.
- (D) energia média necessária para arrancar um núcleon do nuclídeo.
- (E) energia liberada quando o nuclídeo sofre transição para um estado de menor energia.

24. É correto afirmar que a equação ${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{91}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0n$ representa um(a)

- (A) decaimento beta menos.
- (B) decaimento beta mais.
- (C) fissão nuclear.
- (D) decaimento alfa.
- (E) decaimento gama.

25. Considerando os três tipos de radiação alfa, beta e gama, é correto afirmar que o poder de penetração é

- (A) alfa > beta > gama.
- (B) alfa < beta < gama.
- (C) alfa < beta > gama.
- (D) alfa > beta < gama.
- (E) alfa = beta < gama.

26. O combustível nuclear utilizado pelos reatores PWR e BWR é fabricado a partir do urânio natural. Para utilizar o urânio em um reator nuclear, é necessário realizar uma série de processos químicos e físicos para convertê-lo da forma mineral em que se encontra na natureza até a forma que será utilizado no reator nuclear. Sobre esses processos, é correto afirmar que o(a)

- (A) minério de urânio contém aproximadamente 0,1% do elemento urânio; para extração dos isótopos de urânio, o minério é moído e, após tratamento químico, forma uma pasta amarela, *yellowcake*, composta somente de octóxido de triurânio (U_3O_8).
- (B) *yellowcake* é composto principalmente por hexafluoreto de urânio (UF_6) e resíduos dos produtos do urânio decorrentes de decaimento, tais como rádio-226, radônio-222 e alguns isótopos de polônio.
- (C) hexafluoreto de urânio (UF_6) é usado para aumentar a concentração do urânio-235 empobrecido de 0,7% para um elevado enriquecimento de 3,5%, a qual é suficiente para todas as aplicações militares ou pacíficas.
- (D) A difusão gasosa e centrifugação gasosa do hexafluoreto de urânio (UF_6) são dois métodos de obtenção do urânio enriquecido, que produzem alta quantidade de material altamente radioativo. Comparando ambos em relação à unidade de trabalho de separação SWU (*Separative Work Unit*), a difusão gasosa é o processo mais vantajoso, pois requer somente 2% da energia por SWU utilizada na centrifugação gasosa.
- (E) O triurânio de octóxido (U_3O_8) é convertido em hexafluoreto de urânio (UF_6), composto usado para aumentar a concentração do isótopo radioativo de urânio.

27. As usinas nucleares brasileiras Angra 1 e Angra 2 operam com um reator do tipo PWR, que é o mais utilizado no mundo. Sobre os reatores PWR, assinale a alternativa correta.

- (A) *Power Water Reactor* – reator que utiliza água pesada como moderador e, na transferência de calor, para geração de energia.
- (B) *Power Waste Regenerator* – produz plutônio a partir da absorção de um nêutron pelo U-238, capaz de, simultaneamente, manter a reação em cadeia e produzir uma quantidade igual ou maior do combustível que consome.
- (C) *Power Wave Reactor* – utiliza sódio líquido como refrigerador sem moderador.
- (D) *Pressurized Water Reactor* – reator térmico com água leve em alta pressão e temperatura, a qual serve como moderador e refrigerador.
- (E) *Pressurized Waste Reactor* – reator que produz pastilhas pressurizadas de plutônio a partir dos rejeitos de urânio. As pastilhas de plutônio podem ser utilizadas como pequenas fontes de energia para satélites, estações de tempo remotas e em outras localidades isoladas.

28. Em uma planta nuclear, é correto afirmar que um moderador é utilizado para

- (A) reduzir a velocidade de movimento dos nêutrons rápidos por meio de colisões elásticas.
- (B) aumentar a temperatura dos nêutrons ejetados nas reações em cadeia, transformando-os em nêutrons térmicos.
- (C) diminuir a energia 2 MeV dos nêutrons térmicos ejetados no processo de fissão.
- (D) capturar os nêutrons que estejam em intervalos críticos de energias, resultando na remoção do nêutron, definitivamente, da reação em cadeia.
- (E) absorver nêutrons para regular a potência produzida pelo reator e para compensar a tendência do reator em parar com a reação em cadeia, devido ao acúmulo dos produtos de fissão.

29. No núcleo do reator, usam-se barras de controle para manter um fator de reprodução que garanta um funcionamento seguro para o reator. Em um reator crítico, o valor da razão entre o número de nêutrons presente no início de uma geração e o número de nêutrons presente no início da geração imediatamente anterior deve ser

- (A) igual a 1.
- (B) menor que 1.
- (C) maior que 1.
- (D) igual a zero.
- (E) igual a infinito.

30. Após alguns acidentes ocorridos com usinas nucleares, principalmente a de Chernobyl na Ucrânia, em 1986, a segurança dos reatores de fissão vem sendo intensamente discutida. A remoção de emergência do calor residual é um procedimento de segurança. Sobre esse procedimento, assinale a alternativa correta.

- (A) Ocorre em eventos sem a perda de líquido refrigerante em que haja necessidade de injeção de alta pressão.
- (B) Proporciona injeção de água suficiente durante acidentes com perda de material.
- (C) Previne a corrosão dos componentes da contenção durante o período de resfriamento, ajustando o pH da água de recirculação.
- (D) Ocorre em eventos sem perda de inventário, em que a capacidade de remoção de calor residual, através dos geradores de vapor, esteja comprometida.
- (E) Forma bolhas na superfície do líquido refrigerante, criando uma cobertura de vapor que aumenta a transferência de calor com remoção do calor residual.

FÍSICO (CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS)

31. O átomo, segundo o modelo de Rutherford, não poderia ser uma estrutura estável, pois os elétrons, por estarem acelerados em movimento circular em torno do núcleo, emitiriam radiação, perdendo energia e colapsando. Além disso, os prótons, estando coesos em uma dimensão tão pequena (núcleo), deveriam se repelir bruscamente por causa da força elétrica entre eles, o que geraria a instabilidade do núcleo. O modelo atômico de Bohr resolveu a questão da estabilidade dos elétrons que, neste modelo, giram em órbitas estacionárias ao redor do núcleo. É correto afirmar que a questão da estabilidade nuclear foi resolvida pela introdução da ideia de

- (A) força eletromagnética, que age entre os prótons e os elétrons, muito intensa e de curto alcance.
- (B) força forte, que age entre os nêutrons e os elétrons, pouco intensa e de longo alcance.
- (C) força gravitacional, que age entre os núcleons e elétrons, muito intensa e de curto alcance.
- (D) força forte, que age entre os núcleons, muito intensa e de curtíssimo alcance.
- (E) força eletromagnética, que age entre os núcleons, pouco intensa e de longo alcance.

32. Assinale a alternativa que apresenta o número atômico (Z) e o número de massa (A) do elemento resultante do processo de desintegração do $^{227}_{90}\text{Th}$ em uma partícula alfa.

- (A) $Z = 231, A = 92$.
- (B) $Z = 229, A = 92$.
- (C) $Z = 223, A = 88$.
- (D) $Z = 227, A = 86$.
- (E) $Z = 223, A = 86$.

33. No interior do Sol, ocorrem reações nucleares que fundem os núcleos de átomos de hidrogênio de forma a produzir núcleos de átomos de hélio. Essas reações podem ser esquematizadas, de forma simplificada, da seguinte maneira: $4\text{H} \rightarrow \text{He} + \text{energia}$. Para efeito de simplificação de cálculo, considere os valores aproximados da massa do próton = 1,008u e da massa de um núcleo de He = 4,003u. Considere também $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$ e a velocidade da luz $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$. Com base nestes valores, a energia em Joules gerada na reação acima é de

- (A) $4,3 \cdot 10^{-12}$.
- (B) $9,4 \cdot 10^{-12}$.
- (C) $2,4 \cdot 10^{-10}$.
- (D) $4,8 \cdot 10^{-10}$.
- (E) $3,9 \cdot 10^{-9}$.

34. Usando o primeiro espectrômetro de massa, Thomson descobriu a existência de isótopos em 1911. Quando a fonte de íons continha uma mistura de gases nobres, ele encontrou uma imagem sobre a chapa fotográfica relativa a uma massa correspondendo a $A = 20$ e, também, uma imagem mais fraca correspondendo a $A = 22$. Análises mostraram que ambas as imagens eram devidas ao Ne. Sobre isótopos do mesmo elemento, é correto afirmar que são quimicamente

- (A) distinguíveis, pois têm a mesma estrutura de elétrons atômicos, porém cargas diferentes, e são fisicamente distinguíveis pois têm massas diferentes.
- (B) indistinguíveis, pois têm a mesma estrutura de elétrons atômicos, a mesma carga e o mesmo número atômico e são fisicamente indistinguíveis, pois têm a mesma massa.
- (C) indistinguíveis, pois têm a mesma estrutura de elétrons atômicos, porém cargas e números atômicos diferentes, e são fisicamente indistinguíveis, pois têm massas diferentes.
- (D) distinguíveis, pois têm a mesma estrutura de elétrons atômicos, diferentes cargas e diferentes números atômicos e são fisicamente indistinguíveis, pois têm a mesma massa.
- (E) indistinguíveis, pois têm a mesma estrutura de elétrons atômicos, a mesma carga e o mesmo número atômico, porém são fisicamente distinguíveis, pois têm massas diferentes.

35. Transmutação é um processo natural no qual um átomo radioativo se transforma espontaneamente em outro elemento. Esse fenômeno pode acontecer por meio de três processos. Assinale a alternativa que os apresenta.

- (A) Decaimento alfa, decaimento beta e decaimento gama.
- (B) Decaimento alfa, decaimento beta e fissão espontânea.
- (C) Decaimento alfa, emissão de raio X e decaimento gama.
- (D) Decaimento beta, decaimento gama e captura de elétron.
- (E) Decaimento alfa, decaimento beta e emissão de raio X.

36. Tempo de meia-vida ou período de semidesintegração é o tempo necessário para que metade da quantidade de um radionuclídeo presente em uma amostra sofra decaimento radioativo. Sobre o tempo de meia-vida, é correto afirmar que

- (A) é uma característica de cada radionuclídeo e não depende da massa inicial da amostra, nem de sua pressão ou temperatura.
- (B) depende apenas da massa inicial da amostra de cada radionuclídeo, independente de sua pressão ou temperatura.
- (C) depende da massa inicial da amostra, de sua temperatura e de sua pressão.
- (D) depende apenas da pressão e da temperatura da amostra de um radionuclídeo, independente de sua massa inicial.
- (E) depende da massa inicial e da temperatura da amostra de cada radionuclídeo, mas não depende de sua pressão.

37. Na desintegração do $^{210}_{84}\text{Po}$ em $^{206}_{82}\text{Pb}$, pode-se inferir que houve a emissão de

- (A) uma partícula alfa, apenas.
- (B) uma partícula beta, apenas.
- (C) uma partícula alfa e uma partícula beta.
- (D) apenas raios gama.
- (E) duas partículas beta.

38. Raios α , β e γ foram expostos em uma região do espaço com um campo magnético uniforme. Sobre esse assunto, é correto afirmar que os raios

- (A) α e γ foram desviados em sentidos opostos, e os raios β não foram desviados.
- (B) γ foram desviados, e os raios α e β não foram desviados.
- (C) α e β foram desviados em sentidos opostos, e os raios γ não foram desviados.
- (D) α e β foram desviados para um sentido, e os raios γ foram desviados para o sentido oposto.
- (E) α , β e γ foram desviados no mesmo sentido.

39. No decaimento β do átomo de fósforo-32 para enxofre-32 descrito pela equação: $^{32}_{15}\text{P} \rightarrow ^{32}_{16}\text{S} + \beta + \nu$, adotando 1u equivalente a 931,5MeV, massa do fósforo-32 = 31,973u, massa do enxofre-32 = 31,972u e a massa do neutrino como sendo desprezível, a energia **máxima**, em MeV, com que a partícula β pode ser emitida é de

- (A) 1,25.
- (B) 1,16.
- (C) 1,09.
- (D) 0,93.
- (E) 0,86.

40. A massa do ^9_4Be vale 9,012182u. Considerando que a massa do próton é de 1,007276u e a massa do nêutron é de 1,008665u, e considerando 1u equivalente a 931,5MeV, a energia de ligação deste núcleo, em MeV, é, aproximadamente,

- (A) 56.
- (B) 64.
- (C) 82.
- (D) 104.
- (E) 125.

41. As recomendações feitas pela Comissão Internacional de proteção Radiológica na publicação ICRP-26 aos trabalhadores com radiação determina que, para limitar o aparecimento dos efeitos estocásticos, a dose equivalente anual deve ser inferior a 50mSv para irradiação uniforme no corpo todo. Em caso de irradiação de partes do corpo, deve-se levar em conta os fatores de peso w_T apresentados na tabela abaixo.

Tecido ou órgão	Fator de peso (w_T)
Gônadas	0,25
Mama	0,15
Medula óssea	0,12
Pulmão	0,12
Tireoide	0,03
Osso	0,03
Restante	0,30
Risco total	1,00

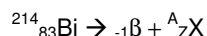
Se somente as gônadas forem irradiadas, a dose equivalente **máxima** permissível anual será de

- (A) 13mSv.
- (B) 40mSv.
- (C) 200mSv.
- (D) 354mSv.
- (E) 500mSv.

42. Um artefato de madeira encontrado em uma escavação arqueológica foi enviado para datação pelo método do carbono-14 e se determinou que sua idade era de 17.190 anos. Sabendo que a meia-vida do carbono-14 é de 5.730 anos, a quantidade de carbono-14 encontrada nesse artefato, comparada com a quantidade contida no momento que este artefato foi fabricado, é igual a

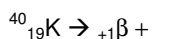
- (A) 50,0%.
- (B) 25,0%.
- (C) 33,3%.
- (D) 12,5%.
- (E) 9,6%.

43. A equação abaixo mostra a transmutação do bismuto-214 através da emissão de uma partícula β .



Os números de massa (A) e o número atômico (Z) do elemento final desta transmutação são, respectivamente,

- (A) 213 e 82.
(B) 214 e 84.
(C) 215 e 83.
(D) 213 e 84.
(E) 214 e 82.
44. Existem três processos diferentes de decaimento beta. Um deles é o de emissão de elétron que ocorre nas séries radioativas. Os outros são a captura eletrônica e a emissão de pósitron. Nesse último, o núcleo emite um pósitron. Um exemplo de decaimento beta por emissão de pósitron é a transmutação do potássio-40.



Assinale a alternativa que apresenta o elemento que completa corretamente a equação acima.

- (A) ${}^{41}_{18}\text{Ar}$.
(B) ${}^{41}_{19}\text{K}$.
(C) ${}^{40}_{20}\text{Ca}$.
(D) ${}^{41}_{20}\text{Ca}$.
(E) ${}^{40}_{18}\text{Ar}$.
45. A técnica mais precisa para determinação da energia de raios γ consiste na análise de suas difrações por de uma rede cristalina na qual os espaçamentos internos sejam conhecidos. Esta é exatamente a mesma técnica de difração de raios X, porém as energias dos raios γ são usualmente maiores que as de raios X. Sendo assim, o comprimento de onda dos raios γ em relação aos do raios X são

- (A) menores, obrigando o uso de instrumentos de difração de grandes dimensões.
(B) menores, obrigando o uso de instrumentos de difração de pequenas dimensões.
(C) maiores, obrigando o uso de instrumentos de difração de grandes dimensões.
(D) maiores, obrigando o uso de instrumentos de difração de pequenas dimensões.
(E) idênticos, podendo-se utilizar os mesmos instrumentos de difração.

46. No instante $t = 0$, uma amostra radioativa apresenta 6000 contagens/segundo. Passados 21 minutos, essa taxa cai para 750 contagens/segundo. Assinale a alternativa que apresenta a meia-vida desta amostra, em minutos.

- (A) 21.
(B) 15.
(C) 12.
(D) 9.
(E) 7.

47. A radiação gama é um dos tipos de radiação emitida pelos núcleos radioativos. Sendo de natureza eletromagnética e com comprimento de onda extremamente curto, um quanta-gama pode apresentar energia de cerca de 5MeV nas substâncias radioativas naturais e cerca de 20MeV nas reações nucleares artificiais. Considerando a velocidade da luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a constante de Planck $h = 6,624 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ e $1 \text{ J} = 6,2 \cdot 10^{12} \text{ MeV}$, assinale a alternativa que apresenta, aproximadamente, o comprimento de onda, em metros, de um quanta-gama de energia 5MeV.

- (A) $8,4 \cdot 10^{-14}$.
(B) $2,5 \cdot 10^{-13}$.
(C) $7,3 \cdot 10^{-13}$.
(D) $4,2 \cdot 10^{-12}$.
(E) $1,5 \cdot 10^{-10}$.

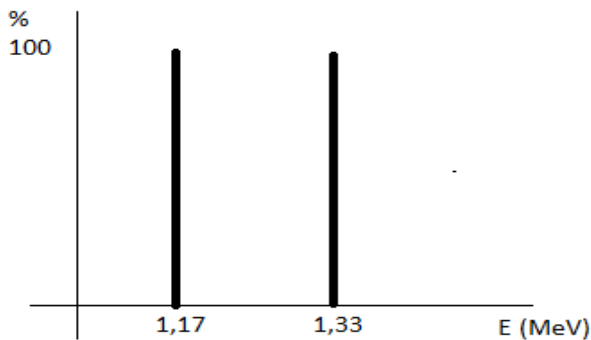
48. Um laboratório adquiriu uma fonte de iodo-131 com atividade de 2.000GBq. Sabendo que a meia-vida do iodo-131 é de 8 dias, considerando o cálculo da constante de desintegração radioativa (λ) dado por $\lambda = 0,693/T_{1/2}$ e considerando também $e^{-0,87} = 0,42$, assinale a alternativa que apresenta a atividade desta fonte 10 dias depois de adquirida, em GBq.

- (A) 1250.
(B) 980.
(C) 840.
(D) 720.
(E) 630.

49. Considere o fator gama (Γ) do césio-137 sendo $\Gamma = 0,09 \text{ mSv/h.GBq}$ a 1m. Assinale a alternativa que apresenta a taxa de dose equivalente, em mSV/h, de uma fonte de césio-137 com atividade de 500GBq a 3m de distância.

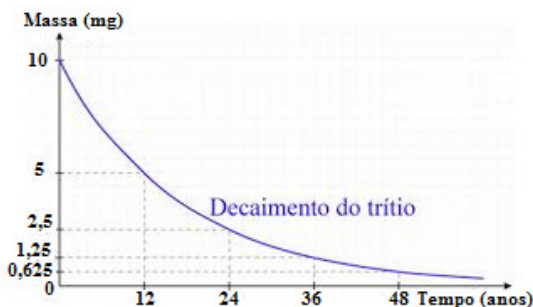
- (A) 14.
(B) 12.
(C) 10.
(D) 8.
(E) 5.

50. Os elementos radioativos, tanto naturais quanto artificiais, emitem radiações gama com intensidades e energias bem definidas, que são características do radioisótopo que as emitiu. O gráfico abaixo apresenta o espectro de emissão de raios γ pelo cobalto-60.



Considerando a velocidade da luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a constante de Planck $h = 6,624 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ e $1 \text{ J} = 6,2 \cdot 10^{12} \text{ MeV}$, o menor comprimento de onda de radiação γ emitida pelo cobalto-60, em angström, é

- (A) $9,46 \cdot 10^{-3}$.
 (B) $2,35 \cdot 10^{-3}$.
 (C) $8,04 \cdot 10^{-4}$.
 (D) $7,15 \cdot 10^{-2}$.
 (E) $5,38 \cdot 10^{-2}$.
51. O trítio é um isótopo instável do hidrogênio que, ao emitir uma partícula β decai em um átomo de hélio segundo a equação: ${}^3_1\text{T} \rightarrow \beta + {}^3_2\text{He}$. O gráfico abaixo representa o decaimento radioativo do trítio:



Com base no gráfico, uma amostra de trítio, inicialmente com atividade de $3,0 \cdot 10^6 \text{ Bq}$, passará a apresentar uma atividade de $7,5 \cdot 10^5 \text{ Bq}$ após

- (A) 6 meses.
 (B) 8 anos.
 (C) 15 anos.
 (D) 24 anos.
 (E) 28 anos.

52. A radiação γ e os raios X têm a propriedade de atravessar a matéria sólida que é opaca à luz. À medida que um feixe de radiação atravessa certo material, sua intensidade diminui. A capacidade de atenuação da radiação varia de material para material, conforme o coeficiente de atenuação linear μ . Considerando que a interação da radiação com a matéria ocorre de diferentes formas conforme a energia desta radiação, μ apresenta valores diferentes para diferentes energias de radiação. A tabela abaixo apresenta os valores do coeficiente de atenuação linear μ para diversos materiais e diversas faixas de energia.

Valores do Coeficiente de Atenuação Linear " μ " (cm^{-1})

Energia (MeV)	Alumínio 2,7 g/cm ³	Chumbo 12 g/cm ³	Concreto 2,3 g/cm ³	Aço 7,8 g/cm ³	Urânio 19,4 g/cm ³
0,102	0,444	60,2	0,390	2,700	0,369
0,150	0,362	20,87	0,327	1,437	0,245
0,200	0,358	5,00	0,29	1,08	0,200
0,300	0,278	4,00	0,25	0,833	0,196
0,409	0,247	2,43	0,224	0,720	0,149
0,500	0,227	1,64	0,204	0,65	0,135
0,600	0,210	1,29	0,189	0,600	0,125
0,800	0,184	0,95	0,166	0,52	0,109
1,022	0,165	0,772	0,150	0,460	0,098
1,250	0,148	0,620	0,133	0,410	0,088
1,500	0,136	0,588	0,121	0,380	0,080
2,000	0,177	0,504	-	-	-

Com base na tabela, analise as assertivas abaixo.

- I. Quanto maior a densidade do material, maior será a quantidade de radiação capaz de ser absorvida.
 II. Quanto maior a energia da radiação incidente, maior será a quantidade de radiação absorvida pelo material.
 III. Quanto maior o número atômico, menor será a quantidade de radiação capaz de ser absorvida.

É correto o que se afirma em

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

53. O espalhamento Compton é o efeito predominante de interação entre a radiação e a matéria para radiações com energia superior a 100keV. Nesse efeito, o raio incidente cede parte de sua energia a um elétron de um átomo que ganha velocidade, porém ainda resta certa quantidade de energia do raio incidente, em forma de radiação, que continua a percorrer, dentro do material, em outra direção. Esse efeito é o grande responsável pelo “desvio” das radiações em paredes, anteparos e blindagens. Considere um feixe de raio γ , proveniente de uma fonte radioativa, com comprimento de onda $\lambda = 1,98 \cdot 10^{-12} \text{m}$. Se a radiação é espalhada a 90° do feixe incidente (deslocamento Compton a $90^\circ \Delta\lambda = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{m}$) e considerando a velocidade da luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$, a constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$ e $1 \text{J} = 6,2 \cdot 10^{15} \text{keV}$, assinale a alternativa que apresenta a energia cinética cedida ao elétron.

- (A) 120keV.
- (B) 341keV.
- (C) 496keV.
- (D) 512keV.
- (E) 725keV.

54. Para raios γ de 0,662MeV emitidos pelo céso-137, a camada semirredutora de chumbo é de 0,64cm. A espessura de uma blindagem de chumbo que reduza uma intensidade (I) desta radiação, para $1/32$, deve ser de

- (A) 12,16cm.
- (B) 1,25cm.
- (C) 5,40cm.
- (D) 3,20cm.
- (E) 20,48cm.

55. O uso de radiação é um método empregado na indústria alimentícia para inibir a maturação de algumas frutas e legumes por meio de alterações no processo fisiológico dos tecidos vegetais presentes, além de impedir a multiplicação de micro-organismos que causam a deterioração dos alimentos. Diante do exposto, considere as quatro situações abaixo.

- I. Alimentos irradiados com raios gama emitidos por uma fonte de céso-137.
- II. Alimentos irradiados com raios gama emitidos por uma fonte de cobalto-60.
- III. Alimentos atingidos por poeira radioativa.
- IV. Alimentos que receberam nutrientes contendo radionuclídeos, via raiz.

É correto afirmar que estão contaminados radioativamente os alimentos descritos nas seguintes situações:

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

56. São constituídos por uma câmara contendo mistura gasosa (geralmente álcool etílico e halogênios), com volume variando conforme sua aplicação. Produzem pulsos elétricos com amplitudes constantes, independentemente da energia ou do processo de ionização da câmara. Variações de tensão no tubo não acarretam variação na leitura obtida.

O parágrafo acima descreve um tipo de detector de radiação. Assinale a alternativa que o apresenta.

- (A) Dosímetro de bolso de leitura direta.
- (B) Caneta dosimétrica.
- (C) Detector Geiger-Müller.
- (D) Dosímetro de leitura indireta.
- (E) Detector de estado sólido.

57. Em 1985, houve uma recomendação para que se substituísse a unidade de medida de exposição, até então o Roentgen (R), pela outra no Sistema Internacional, o Coulomb por quilograma (C/kg). Sabendo que uma exposição típica de radiografia de abdome corresponde a 0,6R e considerando $1 \text{R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{C/kg}$, é correto afirmar que esta exposição equivale a

- (A) 0,712C/kg.
- (B) 0,005C/kg.
- (C) 0,3014mC/kg.
- (D) 0,155mC/kg.
- (E) 2,435 μ C/kg.

58. A Portaria Federal SVS nº 453/1998 aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico e dispõe sobre o uso dos raios X diagnósticos em todo o território nacional. Esse documento estabelece que as exposições ocupacionais normais de cada indivíduo, decorrentes de todas as práticas, devem ser controladas de modo que os valores dos limites estabelecidos na Resolução CNEN nº12/88 não sejam excedidos. Nas práticas abrangidas por este Regulamento, o controle deve ser realizado da seguinte forma:

- (A) a dose equivalente anual não deve exceder 500mSv para extremidades e 150mSv para o cristalino.
- (B) a dose equivalente anual não deve exceder 500mSv para extremidades e 50mSv para o cristalino.
- (C) a dose equivalente anual não deve exceder 50mSv para extremidades e 5mSv para o cristalino.
- (D) a dose equivalente anual não deve exceder 300mSv para extremidades e 150mSv para o cristalino.
- (E) a dose equivalente anual não deve exceder 300mSv para extremidades e 50mSv para o cristalino.

59. Um operário deverá trabalhar durante 10 meses exposto a um nível de radiação de $28\mu\text{Sv/h}$ em seu local de trabalho. Considerando o limite derivado do trabalho como sendo de $0,098\text{mSv/dia}$, assinale a alternativa que apresenta o tempo **máximo** que ele poderá operar, por dia.

- (A) 4 horas e 30 minutos.
- (B) 4 horas e 12 minutos.
- (C) 3 horas e 50 minutos.
- (D) 3 horas e 30 minutos.
- (E) 2 horas e 12 minutos.

60. A figura abaixo mostra a leitura no visor de um detector de radiação.



Considere $1\text{R/h} = 258\mu\text{C/kg.h}$. A grandeza medida, sua unidade e sua conversão referem-se, respectivamente, à

- (A) taxa de exposição/ unidade nova/ $2,08\mu\text{C/kg.h}$
- (B) dose absorvida/ unidade nova/ $20,86\mu\text{C/kg.h}$
- (C) dose absorvida/ unidade antiga/ $2,08\mu\text{C/kg.h}$
- (D) taxa de exposição/ unidade antiga/ $20,86\mu\text{C/kg.h}$
- (E) corrente elétrica/ unidade nova/ $20,86\mu\text{C/kg.h}$

61. Com relação às propriedades da radiação penetrante em aplicações industriais, analise as assertivas abaixo.

- I. Provocam ionizações nos átomos e efeitos genéticos.
- II. Podem atravessar materiais opacos à luz e, ao fazê-lo, são totalmente absorvidos por esse material.
- III. Podem formar imagens ao impressionar películas fotográficas.

É correto o que se afirma em

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

62. Com relação ao decaimento radioativo de elemento químico, pode-se afirmar que

- (A) diminui progressivamente com o tempo, podendo demorar milhões de anos até sua total extinção.
- (B) dependendo do elemento químico, sua diminuição poderá ou não ser progressiva.
- (C) o decaimento radioativo não é uma função do tempo.
- (D) diminui progressivamente com o tempo, porém nunca chega a zero.
- (E) o decaimento radioativo sempre transforma um elemento químico em outro.

63. Ao se considerar a energia média de 1J cedida pela radiação ionizante a 1Kg de massa de matéria, é correto afirmar que a unidade de medida é

- (A) 1Bq (um becquerel).
- (B) 1Ci (um curie).
- (C) 1eV (um elétron-volt).
- (D) 1Gy (um gray).
- (E) 1Sv (um sievert).

64. Assinale a alternativa que compara e estabelece os limites de aceitação dos níveis de radiação.

- (A) Taxa de Exposição, com base nas Normas de Radioproteção.
- (B) Taxa de Dose Equivalente, com base nas Normas de Radioproteção.
- (C) Taxa de Dose Equivalente ou Taxa de Exposição.
- (D) Taxa de Dose Equivalente, com base em níveis de aceitação do corpo humano.
- (E) Taxa de Exposição, com base em índice de aceitação biológica.

65. Em termos de aplicações industriais práticas, as radiações X ou Gama de menor energia são mais fáceis de serem blindadas, protegendo as pessoas expostas a elas. Essa é uma importante informação que está implícita na equação

- (A) de decaimento radioativo.
- (B) da meia-vida.
- (C) de Schrodinger.
- (D) de Planck.
- (E) de Bose-Einstein.

66. Para não haver fuga de material radiativo para o exterior, é correto afirmar que as fontes radioativas para uso industrial são

- (A) empacotadas em material pumblico.
- (B) colocadas em invólucro de areia monazítica.
- (C) encapsuladas em material austenítico.
- (D) acondicionadas em material ferromagnético.
- (E) embaladas em material vítreo.

67. O número de registro da fonte de radiação, atividade inicial, testes que foram realizados e o tamanho focal, são informações constantes no seguinte documento técnico:

- (A) Manual de Manipulação de Fonte de Radiação.
- (B) Instruções de Manipulação de Material Radioativo.
- (C) Orientações Técnicas – Fonte de Radiação.
- (D) Guia de Orientação para Manipulação de Material Radioativo.
- (E) Certificado de Fonte Selada para Uso Industrial.

68. Camada Décimo Redutora (TVL) é definida como a espessura

- (A) particular de material capaz de reduzir 10 vezes a intensidade de radiação.
- (B) de material radioativo 10 vezes menor do que a quantidade inicial.
- (C) de material radioativo necessário para a determinação da meia-vida.
- (D) particular que reduz em 10 vezes a massa do material radioativo após determinado tempo radiação.
- (E) de material analisado, reduzida em 10 vezes, para determinação da intensidade de radiação.

69. Leia o trecho abaixo.

Com o desenvolvimento da tecnologia digital, hoje dispomos de dosímetros eletrônicos diminutos capazes de registrar doses desde a ordem da radiação de fundo até altas doses, com absoluta precisão e com informações informatizadas capazes de registrar a distribuição da dose no tempo decorrido, com até meses de integração.

É correto afirmar que a sentença acima refere-se a

- (A) dosímetros eletrônicos com dimensões aproximadas de 10cm³, utilizados em áreas externas.
- (B) dosímetros eletrônicos pessoais, nas dimensões de um cartão de crédito.
- (C) dosímetros eletrônicos com dimensões aproximadas de 5cm de raio e 1m de comprimento, utilizados em grandes áreas.
- (D) dosímetros eletrônicos com dimensões aproximadas de nanômetros, utilizados em capilares sanguíneos.
- (E) dosímetros eletrônicos com dimensões aproximadas de um *notebook* com 10 polegadas, utilizados em quaisquer ambientes.

70. Os efeitos das radiações ionizantes no corpo humano são classificados em dois grupos. Assinale a alternativa que os apresenta corretamente.

- (A) **Efeito Direto** – ocorre quando o corpo humano é exposto diretamente a níveis altíssimos de radiação; e **Efeito Indireto** – ocorre quando o corpo humano é exposto direta ou indiretamente níveis baixos ou mínimos de radiação.
- (B) **Limiar** – índice mínimo de exposição do corpo humano à radiação; e **Não Limiar** – índice de exposição do corpo humano abaixo de um índice mínimo de radiação.
- (C) **Danoso** – ocorre quando é alterado o DNA celular; e **Não Danoso** – o índice de exposição à radiação não afeta o DNA celular.
- (D) **Máximo** – ocorre quando o corpo humano fica exposto aos índices mínimos de radiação que iniciam a alteração do DNA celular; e **Mínimo** – ocorre quando o corpo humano fica exposto aos índices máximos de radiação que não afetam o DNA celular.
- (E) **Estocásticos** – podem ocorrer em qualquer número de doses sem nenhum limiar; e **Não Estocástico** – ocorre a partir de um limiar de dose de radiação.