



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.

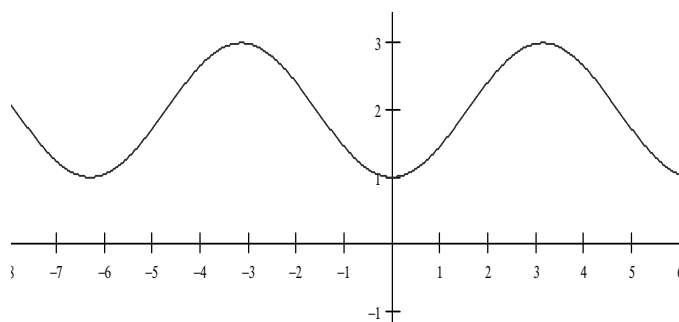
- (A) Quero falar à algumas pessoas a respeito da minha carreira.
- (B) Estamos à caminho do hospital.
- (C) Ele não estava disposto à testemunhar contra seu próprio pai.
- (D) Quero mostrar à você o quarto do meu filho.
- (E) A mulher à qual devo minha vida faleceu no ano passado.

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.



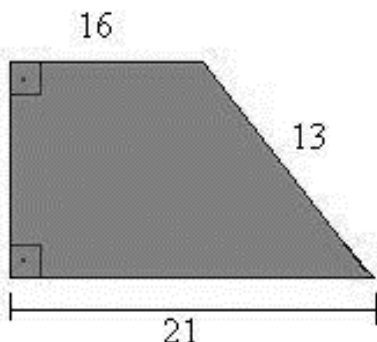
Assinale a alternativa que apresenta a **única** função que atende a esta representação gráfica.

- (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.

ENGENHEIRO MECÂNICO NUCLEAR (CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS)

Leia o texto abaixo para responder às questões de 31 a 33.

A avaliação da dose nas mãos dos médicos durante procedimentos em hemodinâmica é de grande importância para a verificação da real necessidade deste tipo de monitoração exigido por norma nacional, sendo que nesta modalidade de exame pode-se expor as mãos dos profissionais a níveis próximos ou até mesmo ultrapassar os limites máximos de dose equivalente estabelecidos pela legislação vigente, devido suas características técnicas de exame intervencionista. Realizou-se uma avaliação da dose nas extremidades, mãos, de médicos ocupacionalmente expostos durante a realização de exames neurológicos com a utilização do equipamento hemodinâmico.

O valor da dose na mão esquerda dos médicos durante procedimentos hemodinâmicos neurológicos, ficou no total de 2,056 mSv, já subtraindo a radiação de fundo (*background*), de 0,272 mSv e aplicando todos fatores de correção. Este valor encontrado de dose equivalente para extremidades é relativo ao total de 50 exames realizados no período de 40 dias.

Fonte: Avaliação da dose equivalente nas extremidades de médicos hemodinamicistas durante procedimentos neurológicos. Universidade FAMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Peterson Lima Squair, Luiz Cláudio de Souza.

31. Do texto acima, pode-se concluir que, mantida a frequência de exames por dia, a dose equivalente anual obedece os valores de limitação de dose individual para IOE nas extremidades?

- (A) Não, pois a dose equivalente anual é de 1,60mSv.
- (B) Sim, pois a dose equivalente anual é de 500mSv.
- (C) Não, pois a dose equivalente anual é de 20mSv.
- (D) Sim, pois a dose equivalente é de 100mSv a cada 5 anos consecutivos.
- (E) Sim, pois a dose equivalente anual é de 50mSv.

32. Com base no texto apresentado, assinale a alternativa que apresenta qual efeito biológico da radiação os médicos deste setor têm maior probabilidade de ocorrência.

- (A) Efeitos hereditários da radiação, devido à dose ser muito elevada e ao curto período de tempo.
- (B) Efeitos determinístico da radiação, pois são doses baixas elevadas que aparecerão em longos períodos de tempo.
- (C) Efeitos determinísticos da radiação, pois não possui limiar de dose para ocorrer.
- (D) Efeitos estocásticos, pois as doses ultrapassam o limiar de dose do órgão.
- (E) Efeitos estocásticos da radiação, pois são doses baixas ao longo do tempo.

33. Segundo o texto, a grandeza radiológica citada foi a dose absorvida?

- (A) Sim, a unidade da dose absorvida é Sievert (Sv).
- (B) Sim, pois a dose absorvida é aplicada nos critérios de limitação de dose individual.
- (C) Não, a unidade de dose absorvida é o Gray (Gy).
- (D) Não, pois a unidade de dose absorvida é o Roentgen (R).
- (E) Sim, pois a dose absorvida é aplicada nas extremidades dos IOE's.

34. As reações nucleares ocorrem em fontes naturais de radiação. Essas fontes possuem excesso de energia e liberam essas energias na forma de radiações quando eles se desintegram. Assinale a alternativa que apresenta processos que acontecem no núcleo para que ocorra a desintegração nuclear.

- (A) Captura de prótons, emissão de nêutrons e Hélio.
- (B) Captura eletrônica, emissões alfa e beta.
- (C) Captura alfa, emissão gama e de nêutrons.
- (D) Captura de nêutrons, emissão de alfa e beta.
- (E) Captura beta, emissão de elétrons e beta.

35. Um átomo ${}_{92}\text{Y}^{237}$ decai emitindo uma partícula alfa, que dá origem a outro elemento químico, Z, instável, que decai emitindo uma partícula beta negativa que dá origem a um elemento X. Desse modo, é correto afirmar que

- (A) X tem número atômico 91 e 142 nêutrons.
- (B) X tem o mesmo número de massa do Y.
- (C) X tem número atômico 93 e número de massa 233.
- (D) o número atômico de Z é 94 e o número de massa é 237.
- (E) Z e X não possuem mesmo número de massa.

36. A radiação eletromagnética ionizante, quando interage com um meio, pode perder uma parte de sua energia. Assinale a alternativa correta sobre esse processo.

- (A) O nome deste efeito é efeito Compton.
- (B) A energia perdida neste efeito é convertida em efeito Compton.
- (C) Utilizam-se Bário e Iodo para aumentar seu efeito.
- (D) Utilizam-se grades antidifusoras em equipamentos de diagnóstico para diminuir a probabilidade do efeito.
- (E) Este efeito ocorre com alta probabilidade em reatores nucleares e é conhecido como desintegração Compton.

37. Sobre o efeito fotoelétrico, assinale a alternativa **incorreta**.

- (A) A radiação é completamente absorvida ao interagir com o meio.
- (B) Ocorre quando a radiação interage com os elétrons das camadas mais internas do átomo alvo.
- (C) A probabilidade aumenta para radiação de nêutrons de energias baixas.
- (D) A radiação, quando interage, é absorvida e um elétron é emitido no processo.
- (E) Acontece em grande proporção para energias baixas de radiação eletromagnéticas ionizante.

38. Assinale a alternativa que **melhor** apresenta o objetivo principal da radioproteção.

- (A) Controle das doses de radiação recebidas externamente pelos pacientes que trabalham com radiações ionizantes.
- (B) Controle da rota por onde o material radioativo transita até atingir o homem por meio do consumo de água e alimentos de origem vegetal e/ou animal.
- (C) Monitorar as áreas das instalações radioativas, as áreas circunvizinhas e os trabalhadores, além de controlar os materiais radioativos e os exames médicos anuais desses trabalhadores.
- (D) Prevenir os efeitos determinísticos (Reação tecidual) e limitar os efeitos estocásticos.
- (E) Coibir o aparecimento dos efeitos hereditários devido ao uso de radiação ionizante.

39. A norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear NN 3.01 diz que: "Para fins de gerenciamento da proteção radiológica, os titulares devem classificar as áreas de trabalho com radiação ou material radioativo em áreas controladas, áreas supervisionadas ou áreas livres, conforme apropriado." Sobre esse assunto, assinale a alternativa correta.

- (A) Em áreas controladas, só tem acesso o titular da instalação.
- (B) As áreas supervisionadas devem ser indicadas pelo símbolo internacional da radiação ionizante.
- (C) As áreas controladas têm como um dos requisitos prevenir ou reduzir a magnitude das exposições potenciais.
- (D) As áreas controladas diferem das áreas livres pela dose de radiação que o paciente está exposto.
- (E) Uma área é considerada supervisionada quando for necessária a adoção de medidas específicas de proteção e segurança para garantir que as exposições ocupacionais normais estejam em conformidade com os requisitos de otimização e limitação de dose.

40. A radiação eletromagnética ionizante, ao interagir com uma blindagem, diminui por unidade de espessura da blindagem. Sendo I a intensidade da radiação que interage, este conceito pode ser exemplificado pela seguinte expressão:

$$\frac{dI}{dx} = -\lambda I$$

Resolvendo esta expressão por meios de técnicas de cálculo diferencial, assinale a alternativa que apresenta o resultado correto.

- (A) $I = I_0 e^{-\lambda x}$, em que I_0 é a intensidade da radiação que atravessa a blindagem quando $x = \infty$ e λ é o coeficiente de atenuação linear do material da blindagem.
- (B) $I = I_0 e^{-\lambda x}$, em que I é a intensidade da radiação inicial quando $x = 0$ e λ é o coeficiente de atenuação linear do material da blindagem.
- (C) $I = I_0 e^{\lambda x}$, em que I é a intensidade da radiação inicial quando $x = 0$ e λ é o coeficiente de atenuação linear do material da blindagem.
- (D) $I = I_0 e^{-\lambda x}$, em que I_0 é a intensidade da radiação final quando $x = 1$ e λ é a camada semirredutora do material da blindagem.
- (E) $I = I_0 e^{-x/\lambda}$, em que I_0 é a intensidade da radiação que atravessa a blindagem quando $t =$ camada semirredutora do material da blindagem e λ é o coeficiente de atenuação linear do material da blindagem.

41. Assinale a alternativa que apresenta o tipo de detector que é mais apropriado para verificação da contaminação quando ocorre um acidente radioativo, por exemplo, em uma usina nuclear em Fukushima.

- (A) Câmara de ionização com grande volume.
- (B) Detector Geiger-Muller.
- (C) Câmara de ionização de pequeno volume.
- (D) Dosímetro Termoluminescente.
- (E) Dosímetro OSL.

42. Após 15 anos trabalhando em área controlada de uma instalação radiativa, um trabalhador apresentou um tumor maligno, no fígado. Com relação a isso, assinale a alternativa correta.

- (A) O tumor maligno é uma manifestação de efeito agudo das radiação.
- (B) O tumor maligno é uma manifestação de efeito hereditário das radiações.
- (C) O tumor maligno pode ser uma manifestação de efeito estocástico das radiações.
- (D) O tumor maligno é uma manifestação de efeito determinístico das radiações.
- (E) As radiações não provocam tumores malignos no fígado.

43. Em relação aos fundamentos da radioproteção, mais especificamente sobre os princípios básicos radioproteção, assinale a alternativa **incorreta**.

- (A) O Princípio da Justificativa, conhecido como Princípio ALARA, é um dos princípios que devem ser obedecidos para a proteção do paciente.
- (B) O Princípio da Otimização recomenda que a exposição à radiação deve ser tão baixa quanto razoavelmente possível, levando-se em conta fatores sociais e econômicos.
- (C) No Brasil, as normas de proteção radiológica para materiais radioativos são regulamentadas pela CNEN.
- (D) Em relação à proteção do paciente, o único princípio de proteção que não deve ser obedecido é o de Limitação da Dose.
- (E) O Princípio da Limitação de dose afirma que a dose efetiva anual para o público é de 1mSv.

44. É correto afirmar que a grandeza dada pela relação entre a somatória de todas as energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas na interação de nêutrons e fótons (raios X e gama) com um material é definida como

- (A) dose efetiva.
- (B) dose absorvida.
- (C) exposição.
- (D) kerma.
- (E) atividade.

45. Sobre a classificação das áreas de trabalho, é correto afirmar que

- (A) a classificação de uma área como restrita ou controlada não implica diferentes condições de exposição, pois estes termos são semelhantes.
- (B) em contraposição ao conceito de área controlada, tem-se o conceito de área supervisionada, que é uma área totalmente isenta de regras de segurança.
- (C) deve ser feita no início da operação de uma instalação, não se alterando devido a modificações futuras nas condições de trabalho.
- (D) uma área livre pode, após uma reavaliação, ser classificada com uma área supervisionada.
- (E) classificação das áreas deve ser feita no projeto da instalação, separadas por restritas, controladas, supervisionadas e livres.

46. Com várias importantes descobertas realizadas acidentalmente, o surgimento da radioatividade não foi diferente. Antoine-Henri Becquerel descobriu esse fenômeno no início de 1896. Essa descoberta marcou o início da Física Nuclear. Núcleos de ${}^4_2\text{He}$, elétrons e ondas eletromagnéticas, semelhantes aos raios X, são chamados, respectivamente, de

- (A) partículas alfa, partículas beta e raios gama.
- (B) partículas alfa, raios gama e partículas beta.
- (C) partículas beta, partículas alfa e raios gama.
- (D) partículas beta, raios X e partículas alfa.
- (E) partículas alfa, raios gama e raios X.

47. São paradigmas de proteção radiológica para o trabalhador em radiações ionizantes, com a finalidade de limitar os riscos e prevenir acidentes:

- I. maior tempo de exposição.
- II. menor distância da fonte de radiação.
- III. utilização de blindagem adequada.
- IV. menor tempo de exposição.
- V. maior distância da fonte de radiação.

É correto o que está contido em

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

48. Para pôr em prática um dos paradigmas da radioproteção, a utilização de dosímetro pessoal é uma das obrigações legais para técnicos em radiodiagnóstico. Com relação a sua utilização, assinale a alternativa **incorreta**.

- (A) Os dosímetros pessoais devem ser usados, salvo condição especial, à altura do tórax do trabalhador.
- (B) Se houver suspeita de exposição acidental, o dosímetro deve ser enviado para leitura, em caráter de urgência.
- (C) O dosímetro pessoal deve ser mantido em poder do trabalhador durante toda a jornada de trabalho.
- (D) O uso de dosímetro tipo anel ou pulseira dispensa o uso de dosímetro pessoal no tórax.
- (E) Todo trabalhador deve ser informado, mensalmente, dos valores das doses registradas.

49. Aumentando-se em três vezes a distância entre a fonte de radiação e o paciente a ser radiografado, de acordo com a lei do inverso do quadrado da distância, a dose recebida no exame será

- (A) 9 vezes menor.
- (B) 3 vezes menor.
- (C) 9 vezes maior.
- (D) a mesma.
- (E) 3 vezes maior.

50. Segundo a norma NN 3.01, publicada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a exposição médica deve resultar em benefício real para a saúde do indivíduo e/ou para a sociedade, tendo em conta a totalidade dos benefícios potenciais referentes ao diagnóstico ou à terapêutica que dela decorram, em comparação com o prejuízo que possa ser causado pela radiação ao indivíduo. O princípio que norteia a norma NN 3.01 no que diz respeito à exposição médica e está relacionado com os fundamentos de proteção radiológica é denominado princípio da

- (A) limitação de doses individuais.
- (B) justificação da prática.
- (C) exposição ocupacional.
- (D) prevenção de acidentes.
- (E) otimização da proteção.

51. Em reatores nucleares, as barras de controle são usadas para

- (A) aumentar o número de nêutrons da reação em cadeia.
- (B) manter constante o número de nêutrons da reação em cadeia.
- (C) colocar mais combustível para controlar a reação em cadeia.
- (D) absorver os nêutrons presentes na reação em cadeia.
- (E) estocar o urânio dentro das barras.

52. Qualquer IOE (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) que possa receber uma exposição ocupacional sujeita a controle deve ser submetido à monitoração individual por meio de dosímetro. Os dosímetros são individuais e não podem ser usados por outro trabalhador em qualquer hipótese. Cada trabalhador deve usar o dosímetro apenas dentro do serviço e ao término da jornada de trabalho deve guardar no local apropriado. Sempre que for constatado nível de radiação acima do normal para determinada área (ou dose em trabalhador, quando for o caso), deve ser feita uma investigação para saber o que originou este evento e adotar medidas para evitar que níveis acima do aceito sejam encontrados.

Fonte: Revisão: radioproteção aplicada à Medicina Nuclear. Revista Brasileira de Física Médica. 2011; 4(3): 47-52.

Com base no texto, assinale a alternativa correta sobre o uso de dosímetro.

- (A) No caso de indivíduos que trabalham em mais de um serviço, os titulares de cada serviço devem tomar as medidas necessárias de modo a garantir que a soma das exposições ocupacionais de cada indivíduo não ultrapasse os limites estabelecidos por norma da CNEN.
- (B) Um IOE, salvo em algumas exceções, pode usar o mesmo dosímetro em dois trabalhos, por exemplo, em pesquisa.
- (C) Os dosímetros individuais podem ser substituídos por monitoração de área.
- (D) No caso de indivíduos que trabalham em mais de um serviço, os titulares de cada serviço devem comunicar a CNEN sobre a dose de radiação recebida em cada serviço de modo a garantir que a soma das exposições ocupacionais de cada indivíduo não ultrapasse 100mSv anuais.
- (E) O uso de dosímetros de punho, tipo pulseira, ou em outro local que seja necessário, desobriga o uso do dosímetro no tórax.

53. Para evitar fraudes, os institutos checam as pesquisas antes de divulgá-las. Fechados os questionários, 20% dos pesquisados são procurados, por telefone ou pessoalmente, para confirmar se foram entrevistados e se as respostas que eles deram batem com os questionários. Caso seja constatado algum erro, as entrevistas são refeitas. Além disso, as pesquisas têm que ser registradas na Justiça Eleitoral e seus resultados ficam à disposição de quem queira conferi-los.

(Dentro das Pesquisas, por Consuelo Dieguez – Revista Piauí – n°42 – março de 2010).

Assinale a alternativa que apresenta o método estatístico que **melhor** representa a explicação acima.

- (A) Coleta de dados.
- (B) Análise dos resultados.
- (C) Crítica dos dados.
- (D) Organização dos dados.
- (E) Método de amostragem.

54. Vários descobridores dos fenômenos radioativos sofreram por lesões devido à exposição à radiação. Henri Becquerel, que descobriu a radioatividade em 1896, observou eritema na região do tórax e relacionou ao elemento ^{226}Ra , que ele havia deixado certo tempo no bolso da camisa. Esse fato foi repetido colocando no outro bolso e também outros pesquisadores da época o fizeram, ocasionando o surgimento de lesões. Concluíram que as lesões observadas nas mãos e nos antebraços de Marie Curie deviam ser causadas por contato com material radioativo. A causa da morte de Marie Curie foi dada como leucemia. Considerando os efeitos biológicos acima descritos, é correto afirmar que

- (A) o eritema é um efeito biológico do tipo estocástico, uma vez que qualquer contato com material radioativo é capaz de causar tal efeito.
- (B) as reações teciduais, como o eritema, são efeitos que surgem quando atingem um limiar de dose de radiação, ou seja, há um valor acima do qual se observa a manifestação do efeito biológico.
- (C) não é possível dizer que há uma relação direta entre dose de radiação e gravidade do efeito biológico no caso do eritema, pois um aumento da dose representa apenas maior probabilidade de ocorrência do dano biológico.
- (D) a leucemia é um efeito biológico do tipo reação tecidual, ou seja, há um limiar de dose para a manifestação deste efeito.
- (E) a leucemia, embora seja classificada como efeito estocástico, apresenta curto período de latência, podendo se manifestar em poucos dias após a exposição.

55. Três populações foram estudadas em relação a cada variável apresentada abaixo.

1. População: Mulheres na sala de aula.
Variável: Cor dos cabelos.
2. População: Estação meteorológica de uma cidade.
Variável: Precipitação pluviométrica, durante um ano.
3. População: Casais residentes de uma cidade.
Variável: Sexo dos filhos.

As variáveis para as populações nos casos 1, 2 e 3 são classificadas, respectivamente, como

- (A) quantitativa ordinal, quantitativa contínua e quantitativa discreta.
- (B) qualitativa ordinal, quantitativa contínua e qualitativa discreta.
- (C) qualitativa nominal, quantitativa contínua e qualitativa nominal.
- (D) quantitativa contínua, quantitativa discreta e quantitativa discreta.
- (E) qualitativa nominal, quantitativa discreta e quantitativa discreta.

56. Os institutos escolhem uma amostra da população brasileira com base nos dados do último censo: número de homens e mulheres, faixa etária, grau de escolaridade, nível de renda e distribuição geográfica. O universo dos entrevistados deve replicar o perfil demográfico da população. Se em uma cidade o censo registra que há cinco homens para cada seis mulheres, a pesquisa ali terá que trabalhar com a mesma proporção de entrevistados dos dois sexos.

(Dentro das Pesquisas, por Consuelo Dieguez – Revista Piauí – n°42 – março de 2010).

Assinale a alternativa que apresenta o método de amostragem citado no texto acima.

- (A) Amostragem casual simples.
- (B) Amostragem ordenada ou sistemática.
- (C) Amostragem múltipla.
- (D) Amostragem por meio de conglomerados.
- (E) Amostragem estratificada.

57. Utiliza-se a ultracentrifugação para o enriquecimento do Urânio, ou seja, nesse processo, há a separação de dois elementos. Assinale a alternativa que os apresenta.

- (A) Urânio 234 e 235.
- (B) Urânio 235 e 236.
- (C) Urânio 236 e 238.
- (D) Urânio 235 e 238.
- (E) Urânio 237 e 238.

58. Para radiações eletromagnéticas, ao interagir com a matéria, sua intensidade decai exponencialmente com a espessura do material. O nêutron possui grande massa e não interage com a matéria por meio da força coulombiana, que predomina nos processos de transferência de energia da radiação para a matéria. Pode-se concluir que um feixe de nêutrons, quando interage com a matéria, é atenuado, matematicamente, da seguinte forma:

- (A) aleatoriamente, dependendo do material.
- (B) exponencialmente.
- (C) por serem muitas as variáveis envolvidas, não se pode concluir.
- (D) quadraticamente, já que não possui carga.
- (E) linearmente.

59. Para cálculos de blindagem da radiação ionizante, utiliza-se um parâmetro experimental, denominado de camada semirredutora (HVL = Half-Value Layer). Da mesma forma que o HVL, outro parâmetro muito utilizado no cálculo de espessura de blindagem é (são)

- (A) a segunda camada semirredutora.
- (B) a camada terci-redutora.
- (C) as duas camadas semirredutoras.
- (D) a camada deci-redutora.
- (E) o coeficiente de atenuação do material.

60. Leia o trecho abaixo e, em seguida, assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna.

Ao contrário das demais radiações, o nêutron tem facilidade de interagir com o núcleo atômico e, às vezes, ativá-lo. O material para a sua blindagem deve ter número atômico _____ para atenuar significativamente a energia do nêutron no processo de colisões sucessivas ou apresentar reação nuclear de captura para absorvê-lo.

- (A) maior que 92
- (B) alto
- (C) do mesmo valor do urânio
- (D) aproximado do valor do urânio
- (E) baixo

61. Nas radiações eletromagnéticas, a atenuação da radiação com a matéria é estudado o coeficiente de atenuação. Nêutrons rápidos são atenuados e o coeficiente de atenuação é denominado seção de choque macroscópica, que pode ser avaliado pelo comprimento de relaxação. Assinale a alternativa que **melhor** define o conceito de seção de choque macroscópica.

- (A) É o coeficiente de atenuação de massa, coeficiente mássico de atenuação ou coeficiente de atenuação em massa (μ/ρ).
- (B) É a probabilidade do feixe sofrer atenuação devido a eventos de espalhamento Compton.
- (C) É a probabilidade do feixe sofrer atenuação devido a eventos de absorção fotoelétrica.
- (D) É a probabilidade, por unidade de comprimento, de o nêutron sofrer espalhamento ou captura. Dessa forma, seu valor é dado pela soma das seções de choque de espalhamento e de captura.
- (E) É o coeficiente total de transferência de energia para interações com fótons.

62. Segundo a Norma CNEN NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica –, o titular deve submeter à aprovação da CNEN um Plano de Proteção Radiológica contendo informações técnicas da instalação, equipe e protocolos, **exceto**

- (A) declarar somente o supervisor em radioproteção, e atribuir a ele todas as responsabilidades da instalação.
- (B) objetivo da instalação e descrição da prática.
- (C) função, classificação e descrição das áreas da instalação.
- (D) descrição da equipe, instalações e equipamentos que compõem a estrutura do serviço de proteção radiológica.
- (E) descrição das fontes de radiação e dos correspondentes sistemas de controle e segurança, com detalhamento das atividades envolvendo essas fontes.

63. Considerando a Norma CNEN NN 7.01, de março/ 2013 – Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica –, assinale a alternativa que apresenta os deveres do supervisor em radioproteção.

- (A) Treinar, orientar e avaliar o desempenho dos indivíduos ocupacionalmente expostos, sob o ponto de vista de proteção radiológica.
- (B) Comunicar, verbalmente, ao titular da instalação, a ocorrência de irregularidades constatadas com fontes de radiação e as ações necessárias para garantir a proteção radiológica da instalação, em cumprimento às normas da CNEN.
- (C) Delegar um responsável para atuar em situações de emergência radiológica, de acordo com o previsto no plano de emergência, investigando e implementando as ações corretivas e preventivas aplicáveis.
- (D) Comunicar à CNEN, no prazo de sessenta dias, seu desligamento de qualquer instalação na qual atue como supervisor de proteção radiológica.
- (E) Estabelecer por escrito, somente no licenciamento da instalação, e verificar a aplicação do plano de proteção radiológica da instalação, bem como dos procedimentos para o uso, manuseio, acondicionamento, transporte e armazenamento de fontes de radiação.

64. Considerando as dependências que o serviço de Medicina Nuclear deve possuir, segundo a Norma CNEN 3.05 – Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Medicina Nuclear,

- I. sala de espera exclusiva para pacientes injetados, fisicamente delimitada.
- II. sanitário de uso misto para pacientes injetados e equipe técnica.
- III. laboratório de manipulação e armazenamento de fontes radioativas em uso.
- IV. sala de administração de radiofármacos, sala de exames e local destinado ao armazenamento provisório de rejeitos radioativos.

É correto o que está contido em

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

65. Um sistema de detecção é composto pelo detector e pelo sistema associado que é responsável pela medida do sinal de saída. O local onde se dá a interação da radiação e a produção do sinal de saída é conhecido como

- (A) janela.
- (B) volume sensível.
- (C) cátodo.
- (D) ânodo.
- (E) parede do sistema de detecção

66. Uma das grandezas em radiologia é a dose absorvida. Em termos conceituais, a dose absorvida de radiação em um tecido significa a

- (A) quantidade de radiação que o tecido absorveu.
- (B) relação entre a energia absorvida e o volume de absorção em um tecido.
- (C) relação entre a quantidade de radiação absorvida e o tempo gasto.
- (D) relação entre a energia transferida pela radiação e a massa onde ocorreu essa interação.
- (E) relação entre a quantidade de cargas na interação da radiação no volume de absorção em um tecido.

67. A classificação dos efeitos biológicos das radiações pode ser em função da dose absorvida, tempo de manifestação e nível do dano biológico. Com relação a esse assunto, analise as assertivas abaixo.

- I. Quanto ao dano biológico, os efeitos estão divididos em somático e genético, sendo que o primeiro está relacionado apenas ao indivíduo que recebeu a dose de radiação e o segundo envolve efeitos que podem ser transmitidos aos descendentes.
- II. Quanto à dose absorvida, os efeitos são divididos em estocásticos e reações teciduais (determinísticos). Uma diferença crucial entre os dois é que o primeiro apresenta limiar de dose para se manifestar e o segundo não apresenta limiar, ou seja, qualquer dose pode levar ao aparecimento de um efeito determinístico.
- III. Quanto ao tempo de manifestação, os efeitos estão divididos em imediatos, que são aqueles que aparecem em horas ou dias após a exposição, e tardios, em que os efeitos demoram anos para se manifestar.

É correto o que se afirma em

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

68. Os Dosímetros Termoluminescentes (TLD) são muito utilizados na dosimetria pessoal. Assinale a alternativa correta sobre as características dos TLD.

- (A) Os TLD podem ser reutilizados após tratamentos térmicos.
- (B) Os TLD sofrem modificação se expostos à luz visível.
- (C) Os TLD utilizam luz para estimular os elétrons.
- (D) Os TLD só servem para avaliação da dose em instalação que usa fontes de Urânio.
- (E) Devido ao seu formato, não podem ser utilizados nas extremidades.

69. No sistema internacional, as unidades correspondentes às grandezas dose absorvida, dose efetiva, exposição e atividade são, respectivamente,

- (A) Sievert, Gray, Curie e Sievert.
- (B) Sievert, Sievert, Becquerel e Gray.
- (C) Gray, Sievert, C/kg e Becquerel.
- (D) Becquerel, Gray, Curie e Gray.
- (E) Curie, Sievert, Gray e Gray.

70. A radiação ionizante é muito utilizada na técnica de Medicina Nuclear (MN) tanto para terapia quanto para diagnóstico. Na MN, utiliza-se muito o tecnécio 99. Assinale a alternativa correta sobre o uso do tecnécio na MN.

- (A) Emite radiação alfa com energia de 140keV.
- (B) Emite radiação gama com energia de 140keV.
- (C) É obtido a partir do molibdênio pelo método de separação.
- (D) É usado por ser o mais barato para terapia de tireoide.
- (E) O tecnécio é gerado nos reatores nucleares.