



# ENGENHEIRO(A) NUCLEAR (FÍSICA DE REATORES)

## LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

01 - Você recebeu do fiscal o seguinte material:

a) este caderno, com os enunciados das 60 questões objetivas, sem repetição ou falha, com a seguinte distribuição:

LÍNGUA PORTUGUESA II		LÍNGUA INGLESA		CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS	
Questões	Pontos	Questões	Pontos	Questões	Pontos
1 a 5	1,0	16 a 20	0,5	26 a 30	1,0
6 a 10	1,5	21 a 25	1,5	31 a 40	1,5
11 a 15	2,5	-	-	41 a 50	2,0
-	-	-	-	51 a 60	2,5

b) 1 **CARTÃO-RESPOSTA** destinado às respostas às questões objetivas formuladas nas provas.

02 - Verifique se este material está em ordem e se o seu nome e número de inscrição conferem com os que aparecem no **CARTÃO-RESPOSTA**. Caso contrário, notifique **IMEDIATAMENTE** o fiscal.

03 - Após a conferência, o candidato deverá assinar no espaço próprio do **CARTÃO-RESPOSTA**, a caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta.

04 - No **CARTÃO-RESPOSTA**, a marcação das letras correspondentes às respostas certas deve ser feita cobrindo a letra e preenchendo todo o espaço compreendido pelos círculos, a **caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta**, de forma contínua e densa. A LEITORA ÓTICA é sensível a marcas escuras; portanto, preencha os campos de marcação completamente, sem deixar claros.

Exemplo: (A) ● (C) (D) (E)

05 - Tenha muito cuidado com o **CARTÃO-RESPOSTA**, para não o **DOBRAR, AMASSAR ou MANCHAR**. O **CARTÃO-RESPOSTA SOMENTE** poderá ser substituído caso esteja danificado em suas margens superior ou inferior - **BARRA DE RECONHECIMENTO PARA LEITURA ÓTICA**.

06 - Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 alternativas classificadas com as letras (A), (B), (C), (D) e (E); só uma responde adequadamente ao quesito proposto. Você só deve assinalar **UMA RESPOSTA**: a marcação em mais de uma alternativa anula a questão, **MESMO QUE UMA DAS RESPOSTAS ESTEJA CORRETA**.

07 - As questões objetivas são identificadas pelo número que se situa acima de seu enunciado.

08 - **SERÁ ELIMINADO** do Processo Seletivo Público o candidato que:

a) se utilizar, durante a realização das provas, de máquinas e/ou relógios de calcular, bem como de rádios gravadores, *headphones*, telefones celulares ou fontes de consulta de qualquer espécie;

b) se ausentar da sala em que se realizam as provas levando consigo o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**;

c) se recusar a entregar o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA** quando terminar o tempo estabelecido.

09 - Reserve os 30 (trinta) minutos finais para marcar seu **CARTÃO-RESPOSTA**. Os rascunhos e as marcações assinaladas no Caderno de Questões **NÃO SERÃO LEVADOS EM CONTA**.

10 - Quando terminar, entregue ao fiscal **O CADERNO DE QUESTÕES E O CARTÃO-RESPOSTA** e **ASSINE A LISTA DE PRESENÇA**.

**Obs.** O candidato só poderá se ausentar do recinto das provas após **1 (uma) hora** contada a partir do efetivo início das mesmas. Por motivos de segurança, o candidato **NÃO PODERÁ LEVAR O CADERNO DE QUESTÕES**, a qualquer momento.

11 - **O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTAS PROVAS DE QUESTÕES OBJETIVAS É DE 4 (QUATRO) HORAS**, findo o qual o candidato deverá, **obrigatoriamente**, entregar o **CARTÃO-RESPOSTA**.

12 - As questões e os gabaritos das Provas Objetivas serão divulgados no primeiro dia útil após a realização das mesmas, no endereço eletrônico da **FUNDAÇÃO CESGRANRIO** (<http://www.cesgranrio.org.br>).

RASCUNHO

## LÍNGUA PORTUGUESA II

O texto a seguir é um fragmento de uma matéria da Revista Superinteressante e serve de base para as questões de números 1 a 9.

## Texto I

**ENERGIA LIMPA, SEGURA E... NUCLEAR**  
**De inimiga dos ambientalistas a melhor saída diante do aquecimento global. A energia nuclear pode ser sua próxima grande aliada.**

Viver é usar energia. Sem ela, o mundo desliga. As crises mundiais do petróleo, na década de 1970, são um bom exemplo de como a dependência de uma fonte de energia pode mudar o curso da história. [...]

5 Sem energia, os preços ficam mais caros, os investimentos escasseiam e os pobres continuam pobres.

Para se salvar dessa estagnação, o ser humano criou vários jeitos de captar energia da natureza. De todos, as usinas nucleares são disparado o mais polêmico. Nenhuma forma de energia tem um passado tão horrível. A fissão nuclear é a tecnologia que gerou as bombas de Hiroshima e Nagasaki (pelo menos 130.000 mortos em poucos segundos de 1945), que deixou o mundo tremendo de medo de uma destruição total durante a Guerra Fria e que, em 1986, matou 32 operários no acidente da usina de Chernobyl. [...]

10 Apesar de hoje se saber que o acidente foi provocado por falhas humanas grosseiras nos procedimentos básicos de segurança e até mesmo por erros no projeto dos reatores, Chernobyl fez a energia nuclear virar sinônimo de desastre e destruição. Grupos ambientalistas fizeram dela seu principal inimigo. [...]

Mas os tempos mudaram. Enquanto as usinas nucleares avançaram em segurança e controle dos resíduos radioativos, o mundo passou a sofrer com o gás carbônico emitido pelas fontes tradicionais de energia, como o petróleo e as usinas termoelétricas a carvão. Num mundo em que o aquecimento global é o grande problema, especialistas em energia estão fazendo perguntas incômodas para muitos ecologistas: será que a energia nuclear, apesar de todos os riscos e dos resíduos atômicos, não teria sido uma alternativa menos danosa ao meio ambiente do que as fontes que liberam gases causadores do efeito estufa e que colocam em risco todo o planeta? [...]

35 O cientista britânico James Lovelock, professor da Universidade de Oxford, considerado o pai do movimento ambientalista por ter criado a Hipótese Gaia, teoria que inspirou milhares de ecologistas e cientistas na década de 1970 com a ideia de que a Terra é um organismo vivo, [...] diz que, enquanto muitas pessoas continuavam amedrontadas diante das centrais atômicas, o aumento da emissão de dióxido de carbono na atmosfera teve um efeito muito pior, colocando o planeta agora à beira de uma catástrofe climática.

[...] Ele não é o único a virar a casaca e pular para o lado das usinas atômicas. Em 2003, após avaliar e pesquisar dados sobre o tema, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) em Cambridge, EUA, recomendou a expansão da energia nuclear por acreditar “que essa tecnologia, apesar dos desafios que enfrenta, é uma alternativa importante para os EUA e para o mundo prover suas necessidades energéticas sem emitir dióxido de carbono e outros poluentes na atmosfera”. Até um dos fundadores do Greenpeace, Patrick Moore, passou a apoiar a energia tirada do núcleo dos átomos. “Trinta anos depois, minha visão mudou. E acho que o movimento ecológico como um todo também deveria atualizar sua visão sobre o tema”, afirmou ele num artigo no Washington Post no ano passado.

CAVALCANTE, Rodrigo. *Superinteressante*, jul. 07.

## 1

A matéria é construída empregando uma série de argumentos favoráveis à utilização da energia nuclear. Considerando o último parágrafo, qual das opções apresenta a ação do texto que se caracteriza como um recurso persuasivo?

- (A) Empregar dados estatísticos como comprovação de tese.
- (B) Indicar marcas temporais para localizar uma situação dada.
- (C) Expor a palavra de outros como argumento de autoridade.
- (D) Apresentar experiências positivas como fatos incontesteáveis.
- (E) Atuar em diferentes áreas da sociedade global.

## 2

Analise as afirmações a seguir.

Na passagem “e as usinas termoelétricas a carvão”, o termo “a carvão” não exige o acento grave da crase.

## PORQUE

O núcleo é um substantivo masculino, portanto não aceita o artigo feminino, o que inviabiliza o fenômeno da crase.

A esse respeito conclui-se que

- (A) as duas afirmações são verdadeiras e a segunda justifica a primeira.
- (B) as duas afirmações são verdadeiras e a segunda não justifica a primeira.
- (C) a primeira afirmação é verdadeira e a segunda é falsa.
- (D) a primeira afirmação é falsa e a segunda é verdadeira.
- (E) as duas afirmações são falsas.

3

Em um texto, alguns sinais de pontuação são muito expressivos, como o emprego de aspas e parênteses.

Os parênteses em “(pelo menos 130.000 mortos em poucos segundos de 1945)” (l. 12-13) foram empregados como

- (A) explicação de algo posteriormente anunciado.
- (B) exemplificação de algo anteriormente registrado.
- (C) acréscimo de uma informação para ilustrar o que será dito.
- (D) comentário do autor acerca de um fato a ser mencionado.
- (E) retificação de informação anteriormente escrita.

4

O texto, em determinados momentos, emprega uma linguagem que rompe com o padrão formal da língua.

A passagem destacada que serve de exemplo para essa afirmação encontra-se em

- (A) “Viver é usar energia.” (l. 1)
- (B) “Chernobyl fez a energia nuclear virar sinônimo de desastre e destruição.” (l. 20-21)
- (C) “...especialistas em energia estão fazendo perguntas incômodas para muitos ecologistas.” (l. 29-30)
- (D) “...muitas pessoas continuavam amedrontadas diante das centrais atômicas,” (l. 41-43)
- (E) “Ele não é o único a virar a casaca e pular para o lado das usinas atômicas.” (l. 46-47)

5

“...essa tecnologia, apesar dos desafios que enfrenta, é uma alternativa importante para os EUA e para o mundo prover suas necessidades energéticas sem emitir dióxido de carbono e outros poluentes na atmosfera.” (l. 51-55)

Qual o vocábulo que, ao substituir a palavra “prover”, presente no Texto I, causa um prejuízo de sentido?

- (A) Nomear
- (B) Suprir
- (C) Atender
- (D) Abastecer
- (E) Munir

6

No Texto I, em “avançaram em segurança e controle **dos resíduos radioativos**,” (l. 24-25), o termo destacado está ligado sintaticamente ao substantivo “controle”. O termo que desempenha função sintática idêntica ao destacado acima está no trecho:

- (A) “As crises mundiais **do petróleo**,” (l. 2)
- (B) “os preços ficam mais **caros**,” (l. 5)
- (C) “...captar energia **da natureza**.” (l. 8)
- (D) “...especialistas em energia estão fazendo **perguntas incômodas...**” (l. 29-30)
- (E) “...não teria sido uma alternativa menos danosa **ao meio ambiente...**” (l. 32-33)

7

O valor gramatical do vocábulo **que**, no trecho “...fissão nuclear é a tecnologia que gerou as bombas de Hiroshima e Nagasaki...” (l. 11-12), é o mesmo que ele apresenta em

- (A) “Apesar de hoje se saber que o acidente foi provocado por falhas humanas grosseiras...” (l. 17-18)
- (B) “Num mundo em que o aquecimento global é o grande problema,” (l. 28-29)
- (C) “... uma alternativa menos danosa ao meio ambiente do que as fontes...” (l. 32-33)
- (D) “...com a ideia de que a Terra é um organismo vivo,” (l. 40-41)
- (E) “E acho que o movimento ecológico [...] também deveria atualizar sua visão sobre o tema,” (l. 58-59)

8

“Num mundo em que o aquecimento global é o grande problema, especialistas em energia estão fazendo perguntas incômodas para muitos ecologistas: será que a energia nuclear, apesar de todos os riscos e dos resíduos atômicos, não teria sido uma alternativa menos danosa ao meio ambiente do que as fontes que liberam gases causadores do efeito estufa e que colocam em risco todo o planeta? [...]” (l. 28-35)

A atitude do redator da matéria, nesse fragmento, caracteriza-se como

- (A) memorialista.
- (B) dialógica.
- (C) valorativa.
- (D) emotiva.
- (E) descritivista.

9

Acerca da polêmica causada pelo uso de usinas nucleares para captação de energia da natureza, analise as afirmações abaixo.

- I - O fato de a fissão nuclear ser a tecnologia que gerou as bombas de Hiroshima e Nagasaki cria uma expectativa negativa em parte da população.
- II - O acidente que, em 1986, matou 32 operários na usina de Chernobyl gerou uma insegurança em parte da sociedade mundial.
- III - As crises mundiais do petróleo foram fatores preponderantes para a certeza de que a captação de energia deveria ser feita por meio de fissão nuclear.

De acordo com o Texto I, é correto **APENAS** o que se afirma em

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

O texto a seguir é um artigo de Carlos Minc e serve de base para as questões de números de 10 a 15.

## Texto II

### DESAFIO À SOBREVIVÊNCIA

O crescimento predatório a qualquer custo, a exclusão e a miséria, o egoísmo e o desperdício ameaçam a vida no planeta. Enquanto a desertificação avança (inclusive em 14 municípios do Noroeste do Estado do Rio), a camada protetora de ozônio diminui, expondo os corpos às radiações cancerígenas. Enquanto a temperatura global aumenta devido às queimadas, aos combustíveis fósseis e ao carvão mineral, o ar puro e a água limpa tornam-se raros e caros.

Chegamos à artificialização da natureza: se a água da praia está podre, vá de piscinão; se a água da torneira cheira mal, tome água mineral; se o ar no inverno causa doenças respiratórias, compre um cilindro de oxigênio; se um espigão tirou a paisagem, ponha vasos de plantas na janela; se a poluição sonora tira o sono, vá de vidro duplo e protetor de ouvidos. Os governantes juram ser ecologistas desde a mais tenra idade, mas aprovam leis do barulho, termelétricas a carvão (em Itaguaí – RJ), desviam para asfalto e estradas R\$ 200 milhões dos royalties do petróleo, carimbados para defender rios e lagoas, demarcar parques e despoluir a Baía de Sepetiba. As propostas dos ecologistas de energias alternativas, como a solar e a eólica, de eficiência energética e cogeração, de aproveitamento do lixo e do bagaço de cana para geração energética foram desprezadas pelo governo federal, e só com a crise previsível passaram a ser consideradas com um pouco mais de respeito.

As propostas ambientalistas de reflorestamento de encostas, reciclagem de lixo, especialmente garrafas PET, instalação dos comitês de bacia hidrográfica, drenagem, dragagem e demarcação das faixas marginais de proteção das lagoas são cozinhadas em banho-maria e tiradas da gaveta a cada tragédia de inundações e desabamentos. O Rio tem a lei mais avançada do país de coleta, recompra e reciclagem de plástico e de PET (3.369, de janeiro de 2000), mas recuperamos apenas 130 milhões dos 600 milhões de embalagens PET vendidas anualmente. Parte de 470 milhões restantes entopem canais, rios e provocam inundações, quando poderiam gerar 20 mil empregos em cooperativas de catadores e uma fábrica de reciclagem (há 18 delas no país, nenhuma no Rio). Nossa lei estadual de recursos hídricos está em vigor há dois anos e meio, mas a efetiva instalação dos comitês de bacia, com participação de governos, empresas, usuários e ambientalistas está emperrada, assim como a cobrança pelos usos da água.

Sem comitês atuando e sem recursos próprios,

50 não há como monitorar a qualidade, arbitrar o uso múltiplo da água, reconstituir as matas ciliares (como os cílios que protegem os olhos), evitar aterros e lançamentos de lixo e esgoto. Ainda não dispomos de uma informação clara, atualizada, contínua e independente da qualidade da água que bebemos.

55 Nossos governantes devem aprender a fórmula  $H_2O$  para entender que na torneira a composição é outra. A principal causa da mortalidade infantil no Terceiro Mundo são as doenças de veiculação hídrica, como hepatite e diarreia. Água é vida, e saneamento, tratamento e prevenção são as maiores prioridades. Se falharmos aí, trairemos o compromisso com a saúde e com a vida do planeta.

MINC, Carlos. *O Globo*, 04 out.02.

## 10

O texto apresenta um ponto de vista crítico, construído, em alguns momentos, pelo recurso da ironia.

A qualidade que constitui uma ironia, no texto, é

- (A) “predatório” (l. 1).
- (B) “protetora” (l. 5).
- (C) “raros” (l. 9).
- (D) “tenra” (l. 17).
- (E) “alternativas” (l. 23).

## 11

“Se falharmos aí, trairemos o compromisso com a saúde e com a vida do planeta”. (l. 62-63).

A primeira oração do período, destacada acima, liga-se à segunda oração, estabelecendo uma relação de sentido.

A relação de sentido entre as orações é de

- (A) comparação.
- (B) proporção.
- (C) conformidade.
- (D) condição.
- (E) finalidade.

## 12

Para construir a argumentação, o autor utiliza, na redação do texto, uma estratégia que visa a convencer o leitor acerca do assunto proposto.

Considerando o corpo do artigo, qual dos recursos a seguir **NÃO** foi empregado na construção dessa estratégia textual?

- (A) Emprego de dados quantitativos.
- (B) Comprometimento com a causa.
- (C) Adoção de um vocabulário técnico.
- (D) Uso de linguagem figurada.
- (E) Exposição de vivência pessoal.

13

“Se a água da praia está podre, vá de piscinão; se a água da torneira cheira mal tome água mineral; se o ar no inverno causa doenças respiratórias, compre um cilindro de oxigênio; se um espigão tirou a paisagem, ponha vasos de plantas na janela; se a poluição sonora tira o sono, vá de vidro duplo e protetor de ouvidos”. (l. 10-16).

No trecho acima, retirado do segundo parágrafo do Texto II, os argumentos do enunciador estruturam-se a partir do uso de determinados modos verbais e da repetição do conectivo **se**.

O objetivo dessa organização discursiva é

- (A) provocar uma sensação de desespero no leitor.
- (B) convencer o leitor da inutilidade das propostas apresentadas.
- (C) criticar a passividade da população a respeito da questão dada.
- (D) justificar o governo pela falta de atitude acerca desses problemas.
- (E) contribuir para a padronização de determinados comportamentos.

14

“As propostas dos ecologistas de energias alternativas [...] foram desprezadas pelo governo federal,” (l. 22-26)

Segundo os compêndios gramaticais, existem duas possibilidades de escritura da voz passiva no português. Qual das opções emprega outra possibilidade de escritura na forma passiva, equivalente ao trecho destacado, sem alterar-lhe o sentido?

- (A) Desprezaram-se as propostas dos ecologistas de energias alternativas.
- (B) Desprezou-se as propostas dos ecologistas de energias alternativas.
- (C) Desprezam-se as propostas dos ecologistas de energias alternativas.
- (D) Desprezavam-se as propostas dos ecologistas de energias alternativas.
- (E) Desprezar-se-iam as propostas dos ecologistas de energias alternativas.

15

O título do texto de Carlos Minc estabelece uma reflexão a respeito dos caminhos a serem tomados para preservação da natureza.

A única expressão que está de acordo com tal encaminhamento é

- (A) crescimento predatório.
- (B) propostas ambientalistas.
- (C) lançamento de lixos.
- (D) artificialização da natureza.
- (E) termelétricas a carvão.

## LÍNGUA INGLESA

### Nuclear power is true ‘green’ energy

Stuart Butler

Never mind lower gasoline prices. Worries about energy security and the environment continue to boost pressure for alternative energy sources. And even though the link between climate change and fossil fuel use is still debated, Americans want “greener” energy.

The energy sources favored by carbon-footprint-sensitive celebrities, such as wind power and ethanol, have gained the most attention so far - and the most subsidies. But if we’re serious about security and the environment, we should be embracing something else: Nuclear energy.

Here’s why.

For starters, nuclear power is the least expensive form of power available. But excessive legal and permitting delays are pushing up the capital cost of new nuclear-power plants and thwarting most new projects. Only one nuclear plant is currently being built in the United States - and that began in 1973. Meanwhile, 44 are under construction in other countries. France now generates 80 percent of its electricity from nuclear. We produce just 20 percent.

From an environmental perspective, nuclear energy can’t be beaten. No belching smokestacks or polluting gases. It releases nothing into the atmosphere - no carbon dioxide, no sulfur, no mercury.

It also takes up hardly any land. One double-reactor plant takes up a few hundred acres and can power 2 million homes. The same production from wind or solar can take tens of thousands of acres, often blighting scenic views.

What about waste?

With modern techniques, spent nuclear fuel is safely removed and reprocessed to yield new reactor fuel, drastically reducing the amount of waste needing disposal. In fact, if you used nuclear power for your entire lifetime needs, the resulting waste would only be enough to fill a Coke can. And this can be safely deposited in deep repositories. Compare that with the tons of plastic, batteries, tires and motor oil we’ll throw out to be buried in landfills.

Outdated fears about safety drive public concern about nuclear power in the United States. And those fears are misplaced.

The safety level in nuclear-energy production now easily surpasses other energy sources. For example, nobody in America has ever died owing to a commercial nuclear-power accident. But from Jan. 1, 2003 through Dec. 31, 2007, 526 workers were killed in oil and gas extraction and 162 in coal mining. And in the coal industry,

50 thousands of former workers are disabled with black lung and other respiratory diseases.

The fatalities and disabilities associated with coal and oil are real. The dangers of nuclear energy, meanwhile, are largely made up in Hollywood.

55 Yet those perceived dangers are responsible for the endless legal challenges, heavy regulation and campaigns to slow down or block every effort to expand nuclear power. The resultant costs and uncertainty have discouraged investment in this safe, clean and efficient  
60 energy source.

To overcome these obstacles to doing that, Congress and the Obama administration need to take action.

65 First, Washington should create a level playing field for energy ideas. That means no longer artificially favoring one new energy source over another and instead creating a strong, market-oriented approach to energy so that the best sources can expand.

70 Second, Congress and the administration must commit to respecting the Nuclear Regulatory Commission's authority to review the permit application to construct the Yucca Mountain nuclear-waste repository in Nevada.

75 Last but not least, we need to cut the red tape now slowing plant construction. The arduous, four-year nuclear-plant permitting process should be replaced with a new two-year fast-track process for experienced applicants who meet reasonable siting and investment requirements.

80 Nuclear power is a good idea, one that needs to be back on the table. That's welcome, but it won't just happen if government officials don't give it the green light.

• *Stuart Butler is vice president for domestic-policy issues for the Heritage Foundation (heritage.org).*

Available in: <http://www.washingtontimes.com/news/2009/jan/29/nuclear-power-is-true-green-energy/print/>  
Access on April 10, 2010

## 16

According to Stuart Butler, nuclear power is true 'green' energy because it

- (A) generates most of the clean energy consumed in the USA.
- (B) generates no waste whatsoever and is favored by carbon-print supporters.
- (C) releases as many polluting gases as fossil fuel into the atmosphere.
- (D) is as cheap to produce as all the other alternative sources of energy.
- (E) does not pollute the atmosphere with dangerous gases and has low waste levels.

## 17

"This" in "And this can be safely deposited in deep repositories." (line 37-38) refers to

- (A) "nuclear fuel" (line 32)
- (B) "reactor fuel" (line 33)
- (C) "resulting waste" (line 36)
- (D) "tons of plastic" (line 38)
- (E) "motor oil" (line 39)

## 18

According to paragraph 8 (lines 32-40), Butler feels that nuclear waste

- (A) must be collected in very small Coke cans.
- (B) can be carefully disposed of in open air dumpsites.
- (C) cannot be recycled to produce safe nuclear fuel.
- (D) is more polluting than plastic, batteries, tires and motor oil.
- (E) is not produced in large quantities and can be safely stored in repositories.

## 19

Butler concludes that "The safety level in nuclear-energy production now easily surpasses other energy sources." (lines 44-45) based on the fact that

- (A) there has never been a fatal accident in commercial nuclear power plants in the USA.
- (B) more than half a million workers have been killed in coal mining accidents in the five-year period of 2003-2007.
- (C) large accidents in the oil and gas industry have killed millions of workers, as shown in dozens of Hollywood movies.
- (D) respiratory diseases are a minor source of death of thousands of former oil and gas extraction workers.
- (E) most accidents and dangers associated with nuclear energy have been wrongly attributed to the coal and oil industries.

## 20

Concerning the figures presented in the text,

- (A) "1973" (line 18) refers to the year when the first American nuclear plants were concluded.
- (B) "44" (line 18) refers to the quantity of nuclear plants being built in the USA nowadays.
- (C) "20 percent" (line 21) refers to the amount of electricity generated from nuclear plants in America.
- (D) "tens of thousands of acres" (line 29) refers to the amount of land needed by nuclear plants to power 2 million homes.
- (E) "162" (line 49) refers to the number of workers in the coal mining industry who were condemned with job-related lung diseases.

## 21

Based on the meanings of the words in the text, it can be said that

- (A) "embracing" (line 10) and *adopting* are synonyms.
- (B) "thwarting" (line 16) and *encouraging* are synonyms.
- (C) "blighting" (line 29) and *ruining* have opposite meanings.
- (D) "disabled" (line 50) and *incapacitated* express contradictory ideas.
- (E) "perceived" (line 55) and *unnoticed* express similar ideas.

22

In the fragments "...excessive legal and permitting delays are **pushing up** the capital cost of new nuclear-power plants ..." (lines 14-16) and "...we'll **throw out** to be buried in landfills." (lines 39-40), the phrases "pushing up" and "throw out", are replaced, without substantial change in meaning, by

- (A) charging - keep.
- (B) raising - discard.
- (C) increasing - retain.
- (D) reducing - reject.
- (E) lowering - dispose of.

23

The word in parentheses describes the idea expressed by the term in **boldtype** in

- (A) "And **even though** the link between climate change and fossil fuel use is still debated," - *lines 3-5* (consequence)
- (B) "**such as** wind power and ethanol," - *line 7* (contrast)
- (C) "**Meanwhile**, 44 are under construction in other countries." - *lines 18-19* (result)
- (D) "...nobody in America has ever died **owing to** a commercial nuclear-power accident." - *lines 46-47* (reason)
- (E) "**Yet** those perceived dangers are responsible for the endless legal challenges,..." - *lines 55-56* (comparison)

24

According to Butler, the dangers usually associated with nuclear energy have generated

- (A) campaigns to detain or control the expansion of nuclear power.
- (B) legal challenges and heavy regulation to foster the use of nuclear energy.
- (C) large investments to produce more of this safe, clean and efficient energy source.
- (D) an expansion of the number of permits for the construction of nuclear power plants in the US.
- (E) feelings of uncertainty in the population worldwide which have motivated political measures to encourage nuclear energy use.

25

Butler believes that the American Congress and Obama Administration must support the use of nuclear power by

- (A) implementing measures in favor of all energy-generating sources that have political lobbies.
- (B) increasing the bureaucratic measures that make up the nuclear plant permitting process.
- (C) giving subsidies to favor all of the energy projects that are on the table of the Congressional agenda.
- (D) forcing the Nuclear Regulatory Commission to authorize the construction of the nuclear waste repository in the Yucca Mountain site.
- (E) requiring experienced applicants to submit their nuclear plant projects to a two-year project analysis by government authorities.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

26

Sendo  $c$  a velocidade da luz e  $m_p$ ,  $m_n$  e  $M_D$ , respectivamente, as massas do próton, do nêutron e do núcleo de Deutério, a energia de ligação desse núcleo é

- (A)  $(M_D + m_p - m_n)c^2$
- (B)  $(M_D - m_p - m_n)c^2$
- (C)  $(m_p - m_n - M_D)c^2$
- (D)  $(m_p + m_n - M_D)c^2$
- (E)  $(m_n - m_p - M_D)c^2$

27

O Hidrogênio, o Deutério e o Trítio possuem, em seus respectivos núcleos, os seguintes número de nêutrons:

- (A) 0, 1 e 2
- (B) 1, 1 e 1
- (C) 1, 2 e 3
- (D) 2, 3 e 4
- (E) 3, 2 e 1

28

As concentrações isotópicas de dois nuclídeos radioativos, produzidos em um reator nuclear, são dadas pelas seguintes equações:

$$\frac{d}{dt}N_1(t) = R - \lambda_1 N_1(t) \quad \text{e} \quad \frac{d}{dt}N_2(t) = \lambda_1 N_1(t) - \lambda_2 N_2(t)$$

onde  $R$  é a taxa de produção do nuclídeo 1.

Na condição de equilíbrio, a concentração do nuclídeo 2 é

- (A)  $R$
- (B)  $R / \lambda_1$
- (C)  $R / \lambda_2$
- (D)  $R / (\lambda_1 - \lambda_2)$
- (E)  $R / (\lambda_2 - \lambda_1)$

29

O radioisótopo  $^{131}_{53}\text{I}$ , que é produzido em um reator nuclear, tem uma meia-vida de 8 dias. No instante da remessa desse radiofármaco para um laboratório médico, a sua atividade era de 6 mCi e, no instante do recebimento no laboratório, a atividade era de 5 mCi. O intervalo de tempo entre os instantes da remessa e do recebimento do radiofármaco, em dias, foi, aproximadamente

(Dado:  $\ln 2 \cong 0,693$ ;  $\ln 5 \cong 1,609$  e  $\ln 6 \cong 1,792$ )

- (A) 6
- (B) 5
- (C) 4
- (D) 3
- (E) 2

30

No estudo das reações nucleares, em Física de Reatores, são conservados, além da carga,

- (A) massa, energia e *momentum*.
- (B) massa, energia e número atômico.
- (C) massa, *momentum* e número de núcleons.
- (D) energia, *momentum* e número atômico.
- (E) energia, *momentum* e número de núcleons.

31

Seja a seguinte reação nuclear na forma esquemática  $A + a \rightarrow B + b$ , onde os reagentes (A e a) e os produtos da reação (B e b) possuem massas  $m_A, m_a, m_B$  e  $m_b$ . A reação é dita endotérmica quando

- (A)  $m_A + m_a > m_B + m_b$
- (B)  $m_A + m_a < m_B + m_b$
- (C)  $m_A + m_a = m_B + m_b$
- (D)  $m_A + m_B > m_a + m_b$
- (E)  $m_A + m_B < m_a + m_b$

32

Sendo  $\Sigma_t$  e  $\Sigma_s$  as seções de choque macroscópicas total e de espalhamento, respectivamente, e  $\bar{\mu}$  o valor médio do cosseno do ângulo de espalhamento, a seção de choque macroscópica de transporte é dada por

- (A)  $\Sigma_t - \bar{\mu}\Sigma_s$
- (B)  $\Sigma_t + \bar{\mu}\Sigma_s$
- (C)  $\bar{\mu}\Sigma_s - \Sigma_t$
- (D)  $\bar{\mu}\Sigma_s + \Sigma_t$
- (E)  $3(\Sigma_t - \bar{\mu}\Sigma_s)$

33

O grafite possui, para nêutrons térmicos, as seções de choque de captura e de espalhamento, respectivamente, de  $4,0 \times 10^{-3}$  b e 4,8 b. Então, se um nêutron térmico caminha em um bloco de grafite, o número de colisões de espalhamento que ele experimenta, em média, antes de ser capturado é

- (A) 1204
- (B) 1203
- (C) 1202
- (D) 1201
- (E) 1200

34

As seções de choque microscópicas de captura e de fissão do  $^{235}_{92}\text{U}$  para nêutrons térmicos são, respectivamente, 101 b e 577 b. Então, a probabilidade relativa (em %) de ocorrer fissão quando um nêutron térmico é absorvido pelo  $^{235}_{92}\text{U}$  é cerca de

- (A) 85,0
- (B) 85,1
- (C) 85,2
- (D) 85,3
- (E) 85,4

35

A seção de choque microscópica média de espalhamento, considerando o alargamento Doppler, pode ser assim escrita:

$$\bar{\sigma}_s(E, T) = \sigma_0 \frac{\Gamma_n}{\Gamma} \psi(\zeta, x) + \frac{\sigma_0 R}{\lambda_0} \chi(\zeta, x) + 4\pi R^2$$

Os três termos do membro direito dessa expressão são conhecidos, respectivamente, como

- (A) potencial, ressonante e interferência.
- (B) potencial, interferência e ressonante.
- (C) interferência, potencial e ressonante.
- (D) ressonante, potencial e interferência.
- (E) ressonante, interferência e potencial.

36

Na reação de fissão  $^{235}_{92}\text{U} + n \rightarrow \dots X + \dots \text{Sr} + \dots n$ , o número de nêutrons e o produto de fissão representado por X, decorrentes dessa fissão são

- (A) 1 e  $^{140}_{57}\text{La}$
- (B) 1 e  $^{140}_{56}\text{Ba}$
- (C) 2 e  $^{140}_{54}\text{Xe}$
- (D) 2 e  $^{140}_{55}\text{Cs}$
- (E) 3 e  $^{140}_{53}\text{I}$

37

No método de Case, para a solução da equação de trans-

porte de nêutrons unidimensional a uma velocidade, o ter-

mo  $\int_{-1}^{+1} \psi(\mu) d\mu$  é feito igual a

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

38

Dois feixes de nêutrons caminham na mesma direção, porém, em sentidos opostos. O feixe que vem da esquerda para a direita tem o dobro da intensidade do feixe que vem da direita para a esquerda, que possui intensidade  $I_0$ . Sendo assim, o fluxo de nêutrons no ponto de incidência dos feixes é

- (A) 0
- (B)  $I_0$
- (C)  $2I_0$
- (D)  $3I_0$
- (E)  $I_0/2$

39

Para a equação de transporte a uma dimensão, a variável angular pode ser tratada através da aproximação  $P_N$  ou do método  $S_N$ . O método  $S_N$ , para N par, corresponde à aproximação

- (A)  $P_{N+2}$
- (B)  $P_{N+1}$
- (C)  $P_{N-2}$
- (D)  $P_{N-1}$
- (E)  $P_N$

40

Na teoria da difusão de nêutrons, a condição de contorno de vácuo é representada por

- (A)  $\phi = 0$
- (B)  $J = 0$
- (C)  $J^{in} = 0$
- (D)  $J^{out} = 0$
- (E)  $J^{out} = J^{in}$

41

Na teoria da difusão de nêutrons, a condição de simetria rotacional de  $90^\circ$ , nos Elementos Combustíveis (ECs) dos eixos de simetria, em termos das correntes parciais ( $J_y^\pm$  dos ECs no eixo x e  $J_x^\pm$  dos ECs do eixo y), é representada por

- (A)  $J_y^+ = J_x^-$  e  $J_x^+ = J_y^+$
- (B)  $J_y^+ = J_x^+$  e  $J_x^- = J_y^-$
- (C)  $J_y^- = J_x^-$  e  $J_x^+ = J_y^+$
- (D)  $J_y^- = J_x^+$  e  $J_x^- = J_y^+$
- (E)  $J_y^- = J_y^+$  e  $J_x^- = J_x^+$

42

Na teoria da difusão de um grupo modificado, a relação entre os fluxos dos grupos térmico e rápido é dada por

- (A)  $\Sigma_{21} / \Sigma_{a2}$
- (B)  $\Sigma_{21} / (D_2 \Sigma_{a2})$
- (C)  $\Sigma_{a2} / (D_2 \Sigma_{21})$
- (D)  $D_2 / \Sigma_{a2}$
- (E)  $D_2 / \Sigma_{21}$

43

Na teoria da difusão multigrupo, o termo

$$\int_0^\infty \Sigma_s(\vec{r}, E' \rightarrow E) \phi(\vec{r}, E') dE'$$

é representado por

- (A)  $\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g' \rightarrow g}(\vec{r}) \phi_g(\vec{r})$
- (B)  $\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g \rightarrow g'}(\vec{r}) \phi_g(\vec{r})$
- (C)  $\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g' \rightarrow g}(\vec{r}) \phi_{g'}(\vec{r})$
- (D)  $\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g \rightarrow g'}(\vec{r}) \phi_{g'}(\vec{r})$
- (E)  $\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g' \rightarrow g}(\vec{r}) / \phi_g(\vec{r})$

44

Se o fator de multiplicação é dado por  $k = k_\infty P_{NFT} P_{NFR}$ , onde  $P_{NFT}$  e  $P_{NFR}$  são, respectivamente, as probabilidades de não fuga para nêutrons térmicos e rápidos, o maior valor que o fator de multiplicação poderia alcançar seria

- (A) 1
- (B)  $k_\infty$
- (C)  $2k_\infty$
- (D)  $1/k_\infty$
- (E)  $1 - 1/k_\infty$

45

São importantes, para o efetivo controle das reações de fissão em cadeia, os nêutrons

- (A) prontos.
- (B) rápidos.
- (C) térmicos.
- (D) retardados.
- (E) epitérmicos.

46

Na cinética pontual, a equação

$$\rho_0 = \frac{\ell\omega}{\ell\omega + 1} + \frac{1}{\ell\omega + 1} \sum_{i=1}^6 \frac{\beta_i\omega}{\omega + \lambda_i}$$

é conhecida como equação

- (A) inhour.
- (B) da difusão.
- (C) da dispersão.
- (D) de transporte.
- (E) de precursores.

47

Na chamada aproximação *prompt jump*, despreza-se a variação no tempo da

- (A) potência.
- (B) reatividade.
- (C) constante de decaimento.
- (D) meia-vida dos precursores.
- (E) concentração de precursores.

48

Considerando a cinética pontual, com  $\rho$  e  $\Lambda$  representando, respectivamente, a reatividade e o tempo médio de geração de nêutrons, a densidade de nêutrons, em um sistema subcrítico com uma fonte emitindo  $S_0$  nêutrons/seg, alcança a estabilidade no patamar  $N_0$  com reatividade de

- (A)  $-(\Lambda S_0)/N_0$
- (B)  $+(\Lambda S_0)/N_0$
- (C)  $-N_0/(\Lambda S_0)$
- (D)  $+N_0/(\Lambda S_0)$
- (E)  $-S_0/(\Lambda N_0)$

49

O fluxo de nêutrons, que caracteriza nêutrons que se encontram em equilíbrio térmico em um meio com temperatura  $T$ , é dado por

$$\phi(E) = \frac{2\pi N_0}{(\pi kT)^{3/2}} \sqrt{2/m} E e^{-\frac{E}{kT}}$$

A energia mais provável para esses nêutrons é

- (A)  $kT$
- (B)  $2kT$
- (C)  $\sqrt{kT}$
- (D)  $kT/2$
- (E)  $\sqrt{2kT}$

50

Numa célula contendo apenas combustível e moderador, com volumes  $V_F$  e  $V_M$ , respectivamente, os fluxos médios, em cada região, são, respectivamente,  $\bar{\phi}_F$  e  $\bar{\phi}_M$ . O fator de autoproteção dessa célula é dado por

- (A)  $\bar{\phi}_F / \bar{\phi}_M$
- (B)  $\bar{\phi}_F / (\bar{\phi}_F + \bar{\phi}_M)$
- (C)  $V_F \bar{\phi}_F / V_M \bar{\phi}_M$
- (D)  $V_F \bar{\phi}_F / (V_F \bar{\phi}_F + V_M \bar{\phi}_M)$
- (E)  $(V_F + V_M) \bar{\phi}_F / (V_F \bar{\phi}_F + V_M \bar{\phi}_M)$

51

Na tabela abaixo, estão os valores médios da seção de choque macroscópica de absorção e do fluxo de nêutrons, para quatro grupos de energia, típicos de um elemento combustível de um PWR.

g	$\Sigma_{ag}$ (cm <sup>-1</sup> )	$\bar{\phi}_g$ (cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
1	0,003475	0,456
2	0,000583	0,583
3	0,006951	0,423
4	0,073570	0,412

Fazendo a colaptação para dois grupos de energia, sendo  $g = 4$  o grupo térmico, a seção de choque macroscópica de absorção do grupo rápido é

- (A) 0,003237 cm<sup>-1</sup>
- (B) 0,003372 cm<sup>-1</sup>
- (C) 0,003327 cm<sup>-1</sup>
- (D) 0,003732 cm<sup>-1</sup>
- (E) 0,003723 cm<sup>-1</sup>

52

Na formulação de dois grupos de energia, a seção de choque de remoção do grupo 2 é a seção de choque de

- (A) fissão do grupo 2.
- (B) absorção do grupo 2.
- (C) absorção do grupo 1.
- (D) espalhamento do grupo 2 para o grupo 1.
- (E) espalhamento do grupo 1 para o grupo 2

53

Do cálculo de homogeneização de um Elemento Combustível (EC) resultaram os parâmetros das tabelas abaixo.

Tabela 1 - Fluxo e seção de choque de absorção

g	$\bar{\phi}_g$	$\Sigma_{ag}$
1	$7,244 \times 10^{-2}$	$8,444 \times 10^{-3}$
2	$1,804 \times 10^{-2}$	$7,278 \times 10^{-2}$

Tabela 2 - Matriz de espalhamento  $P_0$

De	para	
	1	2
1	$2,242 \times 10^{-1}$	$5,266 \times 10^{-3}$
2	$6,374 \times 10^{-4}$	$3,295 \times 10^{-1}$

Tabela 3 - Matriz de espalhamento  $P_1$

De	para	
	1	2
1	$2,762 \times 10^{-1}$	$1,842 \times 10^{-2}$
2	$1,345 \times 10^{-3}$	$9,718 \times 10^{-1}$

Para esse EC, o coeficiente de difusão do grupo térmico é

- (A)  $4,576 \times 10^{-1}$
- (B)  $4,657 \times 10^{-1}$
- (C)  $4,765 \times 10^{-1}$
- (D)  $5,476 \times 10^{-1}$
- (E)  $5,675 \times 10^{-1}$

54

Sendo  $\bar{\Delta E}$  a perda média de energia de um nêutron quando colide com um núcleo absorvedor e  $\Gamma_p$  a largura prática de uma ressonância isolada associada a esse núcleo, conclui-se que essa ressonância é estreita quando

- (A)  $\bar{\Delta E} = \Gamma_p$
- (B)  $\bar{\Delta E} = 2\Gamma_p$
- (C)  $\bar{\Delta E} \gg \Gamma_p$
- (D)  $\bar{\Delta E} \ll \Gamma_p$
- (E)  $\bar{\Delta E} = 1/\Gamma_p$

55

Seja uma ressonância nuclear isolada representada pela fórmula de Breit-Wigner  $\Sigma_\gamma(E) = \Sigma_0 / (1 + 4([E - E_0] / \Gamma)^2)$ . Sendo  $\Sigma_p$  a seção de choque potencial, o valor da largura prática é

- (A)  $2\Gamma$
- (B)  $\Gamma / 2$
- (C)  $(\Sigma_0 / \Sigma_p)^{1/2} \Gamma$
- (D)  $(\Sigma_p / \Sigma_0)^{1/2} \Gamma$
- (E)  $2(\Sigma_0 / \Sigma_p)^{1/2} \Gamma$

56

Numa célula de combustível formada por uma pastilha de  $UO_2$  (volume  $V_F$ ), revestimento de zircaloy (volume  $V_C$ ) e moderador de  $H_2O$  (volume  $V_M$ ), os fluxos médios em cada uma dessas regiões são, respectivamente,  $\bar{\phi}_F$ ,  $\bar{\phi}_C$  e  $\bar{\phi}_M$ . Sendo  $\Sigma_x^{i,região}$  a seção de choque macroscópica do nuclídeo i, numa região qualquer, para a reação do tipo x, a seção de choque macroscópica de absorção do Oxigênio efetiva dessa célula é dada por

- (A)  $(\Sigma_a^{O,F} \bar{\phi}_F + \Sigma_a^{O,M} \bar{\phi}_M) / (\bar{\phi}_F V_F + \bar{\phi}_M V_M)$
- (B)  $(\Sigma_a^{O,F} \bar{\phi}_F V_F + \Sigma_a^{O,M} \bar{\phi}_M V_M) / (\bar{\phi}_F V_F + \bar{\phi}_M V_M)$
- (C)  $(\Sigma_a^{O,F} \bar{\phi}_F + \Sigma_a^{O,M} \bar{\phi}_M) / (\bar{\phi}_F V_F + \bar{\phi}_C V_C + \bar{\phi}_M V_M)$
- (D)  $(\Sigma_a^{O,F} \bar{\phi}_F V_F + \Sigma_a^{O,M} \bar{\phi}_M V_M) / (\bar{\phi}_F V_F + \bar{\phi}_C V_C + \bar{\phi}_M V_M)$
- (E)  $(\Sigma_a^{O,F} \bar{\phi}_F + \Sigma_a^{O,C} \bar{\phi}_C + \Sigma_a^{O,M} \bar{\phi}_M) / (\bar{\phi}_F V_F + \bar{\phi}_C V_C + \bar{\phi}_M V_M)$

57

Um reator está crítico com bancos de barras de controle parcialmente inseridos. Se, ao retirar alguns bancos de barras de controle, o fator de multiplicação passa a ser 1,055, a reatividade inserida (em pcm) é de, aproximadamente,

- (A) 5.321
- (B) 5.231
- (C) 5.213
- (D) 5.132
- (E) 5.123

58

Um elemento combustível de um PWR, além de varetas de combustível, ainda pode conter

- (A) *baffle*, albedo e tubo de instrumentação.
- (B) *baffle*, barras de controle e grades espaçadoras.
- (C) albedo, tubos guia e grades espaçadoras.
- (D) albedo, barras de controle e barras de veneno queimável.
- (E) tubos guia, grades espaçadoras e barras de veneno queimável.

**59**

São usados como materiais de controle em um reator nuclear

- (A) B, Gd e Ag
- (B) B, Xe e Sm
- (C) B, Gd e Sm
- (D) Ag, Gd e Xe
- (E) Ag, Xe e Sm

**60**

Em certos reatores nucleares, alguns dos seus elementos combustíveis possuem varetas de combustíveis com veneno queimável misturado ao próprio combustível. Os isótopos usados, nesse caso, são

- (A) Xe e Er
- (B) Xe e Gd
- (C) Er e Gd
- (D) Sm e Er
- (E) Sm e Xe

RASCUNHO