



FÍSICO(A) (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>).

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,

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.

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.

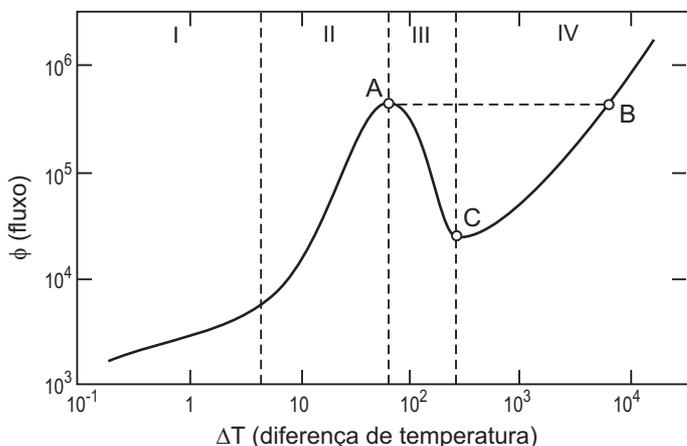
25

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

Considere o gráfico e o texto abaixo para responder às questões às de nºs 26 e 27.



DURERSTADT, J.J. & HAMILTON, L.J. **Nuclear reactor analysis**. John Wiley e Sons, 1976. (Adaptado)

O gráfico relaciona a diferença de temperatura entre o revestimento do combustível nuclear e o fluido refrigerante em um reator PWR (eixo horizontal) e o fluxo de calor (eixo vertical).

26
Considerando-se as 4 regiões delimitadas na figura e que o ponto A corresponde ao ponto de DNBR, conclui-se que as regiões correspondentes aos regimes de transferência de calor monofásico e ebulição parcial de filme, respectivamente, são

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

27
Em um reator PWR, o Ponto de Leidenfrost, representado pelo ponto C, ocorre na transição entre as regiões de

- (A) convecção monofásica e ebulição nucleada.
- (B) ebulição nucleada e ebulição parcial de filme.
- (C) ebulição nucleada e ebulição de filme.
- (D) ebulição de filme e região de radiação.
- (E) ebulição parcial de filme e ebulição de filme.

28
O ciclo termodinâmico, empregado nos reatores BWR e no circuito secundário dos reatores PWR, em que a água é vaporizada quando recebe calor, e o vapor se condensa quando cede calor, é o de

- (A) Carnot.
- (B) Otto.
- (C) Diesel.
- (D) Hankine.
- (E) Brayton.

29
O coeficiente de atrito f é um parâmetro importante no cálculo da diferença de pressão experimentada por um fluido incompressível. Em regime de escoamento laminar, pode-se relacionar o coeficiente de atrito e o Número de Reynolds, segundo a Fórmula de Hagen-Poiseuille ($f = k_1 Re^{-x}$), e em regime de escoamento turbulento, segundo a Fórmula de Blasius ($f = k_2 Re^{-y}$). Sendo k_1 e k_2 constantes positivas, os expoentes x e y são, respectivamente,

- (A) 0,95 e 0,24
- (B) 0,95 e 0,26
- (C) 1,00 e 0,24
- (D) 1,00 e 0,25
- (E) 1,00 e 0,26

30
Na análise termo-hidráulica de escoamentos turbulentos, a determinação empírica de expressões para o Número de Nusselt (Nu) em função do Número de Reynolds (Re) e do Número de Prandtl (Pr) é muito útil. Uma expressão clássica para calcular o Número de Nusselt local em escoamentos turbulentos, plenamente desenvolvidos, da água e de outros líquidos leves através de tubos, é $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$. Essa fórmula é conhecida como a Fórmula de

- (A) Chilton-Colburn.
- (B) Lyon-Martinelli.
- (C) Sieder-Tate.
- (D) Ditus-Boelter.
- (E) Hagen-Poiseuille.

31
O fator de pico de potência f_{PP} em um reator nuclear, importante na análise térmica do núcleo, é definido em função do fluxo máximo de nêutrons $\phi_{Máximo}$ e do fluxo médio de nêutrons $\phi_{Médio}$ da seguinte maneira:

- (A) $f_{PP} = \phi_{Máximo} \phi_{Médio}$
- (B) $f_{PP} = 1 - \frac{\phi_{Máximo}}{\phi_{Médio}}$
- (C) $f_{PP} = 1 - \frac{\phi_{Médio}}{\phi_{Máximo}}$
- (D) $f_{PP} = \left(1 - \frac{\phi_{Médio}}{\phi_{Máximo}} \right)^2$
- (E) $f_{PP} = \frac{\phi_{Máximo}}{\phi_{Médio}}$

32

O ciclo termodinâmico utilizado em reatores refrigerados a gás, cuja transferência de calor ocorre de forma isobárica e com processos de realização de trabalho adiabáticos, é o Ciclo de

- (A) Hankine. (B) Joule modificado.
(C) Brayton. (D) Stirling.
(E) Diesel.

33

Considere o núcleo de um reator finito, homogêneo e crítico na forma de um cubo com aresta α . Tomando-se a origem do sistema de coordenadas como o centro do cubo, o fluxo de nêutrons pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\phi(x, y, z) = \phi_0 \cos\left(\frac{\pi x}{\alpha}\right) \cos\left(\frac{\pi y}{\alpha}\right) \cos\left(\frac{\pi z}{\alpha}\right)$$

O fator de pico de potência para esse núcleo é

- (A) $\frac{\pi^3}{\alpha}$
(B) $\frac{\pi^3}{2}$
(C) $\frac{\pi^3}{8}$
(D) $\frac{\pi^3}{27}$
(E) $\frac{\pi^3}{27\alpha}$

34

Em algumas aplicações, é mais conveniente expressar as relações empíricas existentes para o Número de Nusselt (Nu) em função do Número de Peclet (Pe) que, por sua vez, é escrito em função dos Números de Reynolds (Re) e Prandtl (Pr). O Número de Peclet (Pe) é definido segundo a expressão

- (A) $Re Pr$
(B) $\frac{Re}{Pr}$
(C) $1 - \frac{Re}{Pr}$
(D) $0,023 Re Pr$
(E) $(Re Pr)^{-1}$

35

O componente básico do núcleo do reator é o combustível nuclear. Em reatores de potência do tipo PWR, como os de Angra I e II, utilizam-se pastilhas cilíndricas de combustível UO_2 . As pastilhas são fabricadas a partir do pó de bióxido de urânio ligeiramente enriquecido a x% em peso, onde x é, aproximadamente,

- (A) 0,5
(B) 0,8
(C) 1,5
(D) 3,0
(E) 25,0

36

Qual dos materiais abaixo é utilizado para revestir as pastilhas cilíndricas de combustível UO_2 em reatores de potência PWR, como os de Angra I e II?

- (A) Inconel 718.
(B) Chumbo.
(C) Zircaloy.
(D) Ferro fundido.
(E) Carbetto de boro.

37

Nos reatores PWR, o controle do reator também é feito por meio de barras absorvedoras que possuem, entre outras funções, o desligamento rápido e seguro do reator. Qual dos materiais abaixo é empregado na fabricação de barras de controle para serem utilizadas em reatores de potência térmicos do tipo PWR?

- (A) Carbetto de boro.
(B) Inconel 718.
(C) Aço inoxidável 304.
(D) Óxido de Boro.
(E) Silicato de Urânio.

38

O ciclo de potência termodinâmico básico é o de Carnot. Nesse ciclo, todo o calor é recebido isotermicamente a uma temperatura T_1 e todo o calor rejeitado é liberado isotermicamente a uma temperatura mais baixa T_2 . O rendimento percentual de uma máquina térmica que opera a temperaturas de fonte fria e fonte quente, respectivamente, de 127 °C e 227 °C, é de

- (A) 20,00
(B) 44,51
(C) 55,49
(D) 60,00
(E) 80,00

39

Na vareta de combustível, o calor gerado pelas fissões nucleares é transmitido por condução térmica. Em uma vareta de combustível cilíndrica de raio r_f , condutividade térmica k_f e densidade linear de potência q , a distribuição radial de temperatura na vareta de combustível é dada pela expressão

$$(A) T(r) = T(r_f) + \frac{q}{2\pi k_f} \left[1 + \left(\frac{r}{r_f} \right)^2 \right]$$

$$(B) T(r) = T(r_f) + \frac{q}{2\pi k_f} \left[1 - \left(\frac{r}{r_f} \right)^2 \right]$$

$$(C) T(r) = T(r_f) + \frac{q}{4\pi k_f} \left[1 + \left(\frac{r}{r_f} \right)^2 \right]$$

$$(D) T(r) = T(r_f) + \frac{q}{4\pi k_f} \left[1 - \left(\frac{r}{r_f} \right)^2 \right]$$

$$(E) T(r) = T(r_f) + \frac{q}{4\pi k_f} \left[1 - \left(\frac{r}{r_f} \right)^2 \right]$$

40

Uma importante limitação no projeto termo-hidráulico de um reator nuclear que utiliza água ou água pesada como moderador/refrigerante é a temperatura crítica dessas substâncias. Essa temperatura, na qual as substâncias não se liquefazem mediante compressão isotérmica, é de, aproximadamente,

- (A) 273 °C
- (B) 374 °C
- (C) 399 °C
- (D) 418 °C
- (E) 525 °C

41

Uma importante limitação no projeto de reatores nucleares é que a temperatura no interior do combustível não ultrapasse o seu ponto de fusão, de modo que não ocorra o derretimento dos elementos combustíveis. A temperatura de fusão típica para combustíveis cerâmicos utilizando o UO_2 é de

- (A) 374 °C
- (B) 668 °C
- (C) 1500 °C
- (D) 2800 °C
- (E) 3200 °C

42

Em um reator PWR, as variações na pressão, velocidade de escoamento e fração de secura (qualidade do vapor) influenciam o fluxo de calor crítico no núcleo. Aumentos de pressão, velocidade de escoamento e fração de secura provocam, respectivamente,

- (A) diminuição, aumento e diminuição do fluxo de calor crítico.
- (B) diminuição, aumento e aumento do fluxo de calor crítico.
- (C) diminuição, diminuição e diminuição do fluxo de calor crítico.
- (D) aumento, aumento e diminuição do fluxo de calor crítico.
- (E) aumento, aumento e aumento do fluxo de calor crítico.

43

Reynolds observou que o escoamento no interior de um duto de seção circular de diâmetro constante é laminar ou turbulento em função de uma relação entre a velocidade de escoamento v , o diâmetro interno do duto D , a massa específica do fluido ρ e a viscosidade dinâmica μ . A relação adimensional, denominada Número de Reynolds, é representada por Re e é escrita da seguinte forma:

$$(A) Re = \frac{\rho D v}{\mu} \qquad (B) Re = \rho \mu D v$$

$$(C) Re = \frac{\rho D}{\mu v} \qquad (D) Re = \frac{\rho D \mu}{v}$$

$$(E) Re = \frac{v D \mu}{\rho}$$

44

O Número de Prandtl (Pr) depende apenas das propriedades do fluido e determina a maneira pela qual a temperatura e a velocidade de um fluido variam próximo da parede de um tubo em que o mesmo escoar e no qual está sendo aquecido ou resfriado. Sendo μ a viscosidade do fluido, c_p o calor específico e k a condutividade térmica, o Número de Prandtl (Pr) é definido por

$$(A) \frac{\mu c_p}{k} \qquad (B) \mu c_p k$$

$$(C) \frac{k}{\mu c_p} \qquad (D) \left(\frac{\mu c_p}{k} \right)^{0,25}$$

$$(E) \left(\frac{k}{\mu c_p} \right)^{0,25}$$

45

Em qual dos tipos de reatores abaixo se utiliza sódio líquido como refrigerante?

- (A) PWR
- (B) LMFR
- (C) TRIGA
- (D) BWR
- (E) HTGR

46

Todos os reatores nucleares abaixo empregam um tubo metálico (camisa) para selar hermeticamente o combustível cilíndrico, com **EXCEÇÃO** do

- (A) PWR
- (B) BWR
- (C) TRIGA
- (D) LMFR
- (E) HTGR

47

Em relação às características gerais de uma usina nuclear, considere as afirmativas a seguir.

- I - A pressão e a temperatura do sistema primário são parâmetros que definem o refrigerante e o desempenho térmico da planta de potência nuclear.
- II - O limite na temperatura do refrigerante depende do seu tipo.
- III - Os reatores do tipo LWR requerem alta pressão (7 a 15 MPa), o que aumenta a energia armazenada no refrigerante e conseqüentemente a necessidade de aumentar a espessura das estruturas.
- IV - Os reatores a gás, como os HTGR, alcançam altas temperaturas (635 °C a 750 °C), mas requerem altíssima pressão (20 a 25MPa).
- V - O que caracteriza uma planta de potência nuclear são os parâmetros termo-hidráulicos.

São corretas **APENAS** as afirmativas

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

48

Considere um escoamento laminar entre dois cilindros concêntricos, sendo o cilindro interno de raio r e o cilindro externo de raio R . O diâmetro hidráulico D_h , nessa situação de escoamento, é expresso por

- (A) $R + r$
- (B) $\frac{R + r}{2}$
- (C) $R - r$
- (D) $2(R - r)$
- (E) $\frac{R - r}{2}$

49

O método mais comum para correlacionar dados de transferência de calor por convecção utiliza equações nas quais as propriedades do fluido, as dimensões do sistema e outras características relevantes são arranjadas em grupos adimensionais, sendo as constantes que aparecem nessas equações determinadas experimentalmente. O escoamento de refrigerante em um reator nuclear ocorre por meio de convecção forçada, uma vez que o fluido é bombeado através do núcleo do reator. Nesse contexto, escreve-se o Número de Stanton (St) em função dos Números de Nusselt (Nu), Reynolds (Re) e Prandtl (Pr) da seguinte forma:

$$(A) \sqrt{\frac{(Nu)}{(Re)(Pr)}}$$

$$(B) \frac{(Re) + (Pr)}{(Nu)}$$

$$(C) \frac{(Re)(Pr)}{(Nu)}$$

$$(D) \frac{(Nu)}{(Re) + (Pr)}$$

$$(E) \frac{(Nu)}{(Re)(Pr)}$$

50

Nos processos de transferência de calor por convecção forçada, associada a um escoamento turbulento através de um tubo de diâmetro D , é essencial o cálculo do coeficiente de transferência de calor h . Sendo k a condutividade térmica do fluido e Nu o Número de Nusselt, escreve-se a seguinte expressão para o coeficiente de transferência de calor h :

$$(A) \frac{DNu}{k} \qquad (B) \frac{kNu}{D}$$

$$(C) \frac{D}{kNu} \qquad (D) \frac{k}{DNu}$$

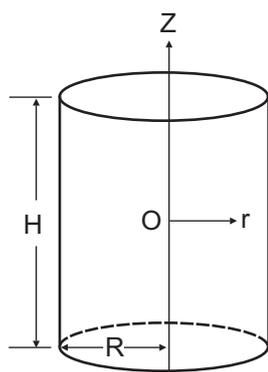
$$(E) \frac{k + Nu}{D}$$

51

Uma propriedade indesejável aos refrigerantes que também exercem a função de moderadores de nêutrons em reatores nucleares térmicos do tipo PWR é

- (A) baixa seção de choque de absorção.
- (B) alto número de massa.
- (C) valor elevado de calor específico.
- (D) elevada seção de choque de espalhamento de nêutrons.
- (E) boa estabilidade química.

52



GLASSTONE, S. Nuclear Reactor Engineering. 1962

A figura acima ilustra um cilindro finito de altura H e raio R e seus respectivos comprimentos extrapolados \tilde{H} e \tilde{R} .

O perfil do fluxo no interior do cilindro, em um ponto de coordenada (r, z), é dado por

- (A) $\cos\left(\frac{\pi r}{\tilde{H}}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{\tilde{R}}\right)$
- (B) $\cos\left(\frac{\pi r}{H}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{R}\right)$
- (C) $J_0\left(\frac{2.045r}{H}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{R}\right)$
- (D) $J_0\left(\frac{2.045r}{H}\right)\sin\left(\frac{\pi z}{R}\right)$
- (E) $J_0\left(\frac{2.045r}{\tilde{R}}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{\tilde{H}}\right)$

53

Em reatores térmicos, x% de todo o calor gerado são liberados nos elementos combustíveis, enquanto que y% de todo o calor gerado são liberados no moderador e os z% restantes são liberados no refletor e na blindagem. Os valores percentuais aproximados de x, y e z são, respectivamente,

- (A) 90, 10 e 0
- (B) 90, 5 e 5
- (C) 80, 15 e 5
- (D) 80, 10 e 10
- (E) 70, 15 e 15

54

Em reatores nucleares térmicos, é utilizada na fabricação das barras de controle uma liga metálica composta por Prata, Índio e Cádmiio (Ag-In-Cd) em uma proporção aproximada de

- (A) 80% de Ag, 5% de In e 15% de Cd
- (B) 80% de Ag, 10% de In e 10% de Cd
- (C) 80% de Ag, 15% de In e 5% de Cd
- (D) 85% de Ag, 5% de In e 10% de Cd
- (E) 85% de Ag, 10% de In e 5% de Cd

55

Uma forma de compensar a variação da reatividade durante um ciclo de queima do combustível nuclear consiste em utilizar substâncias denominadas venenos queimáveis. Uma substância utilizada como veneno queimável em reatores térmicos é

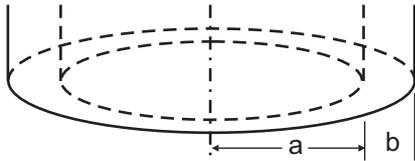
- (A) UO_2
- (B) $UZrH$
- (C) Gd_2O_3
- (D) Zircaloy
- (E) H_3BO_3

56

Considere um fluido incompressível refrigerando o núcleo de um reator nuclear. Sejam Δp a queda de pressão experimentada por esse fluido, A_c a seção reta de fluxo de todos os canais refrigerantes e v_m o fluxo de velocidade médio. Define-se o poder de bombeamento por

- (A) $\Delta p A_c v_m^2$
- (B) $\Delta p A_c v_m^2 f$
- (C) $\Delta p A_c v_m$
- (D) $\frac{\Delta p A_c v_m}{Nu}$
- (E) $\frac{\Delta p A_c}{v_m Nu}$

57



Considere um elemento combustível com a forma de uma vareta cilíndrica de raio a , envolvida por um revestimento de espessura b como mostra a figura acima. Se a condução de calor ao longo da vareta (direção axial) é desprezível, o que é uma boa aproximação para varetas em que o comprimento é muito maior que o raio, qual a expressão para a variação de temperatura entre as partes internas e externas do revestimento do combustível (ΔT_R)?

Dados: k_R é a condutividade térmica do combustível e q''' a taxa de liberação de energia no meio.

(A) $\Delta T_R = \frac{q''' b^2}{2\pi k_R} \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$

(B) $\Delta T_R = \frac{q''' b^2}{2k_R} \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$

(C) $\Delta T_R = \frac{q''' a^2}{2\pi k_R} \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$

(D) $\Delta T_R = \frac{q''' a^2}{2\pi k_R} \ln\left(\frac{a-b}{a}\right)$

(E) $\Delta T_R = \frac{q''' a^2}{2k_R} \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$

58

A condutividade térmica de um revestimento isolante em forma de uma folha rígida é de $k = 0,030 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$. A diferença de temperatura medida entre as superfícies interna e externa da folha de 10 mm de espessura é de 10 °C. Sendo assim, o fluxo térmico através dessa folha isolante, sabendo-se que a mesma é retangular com dimensões 1 m x 2 m, é de

- (A) 60 W
- (B) 80 W
- (C) 100 W
- (D) 120 W
- (E) 160 W

59

Considere um fluido incompressível de densidade ρ escoando em um tubo de comprimento L e diâmetro hidráulico D_h . Se o coeficiente de atrito no escoamento é dado por f , e v é a velocidade do fluido no tubo, a expressão para a diferença de pressão experimentada por esse fluido incompressível é

(A) $\Delta p = 2 \left(\frac{L}{D_h} \right) \rho v f$ (B) $\Delta p = 2 \left(\frac{L}{D_h} \right) \rho v^2 f$

(C) $\Delta p = \left(\frac{L}{D_h} \right) \rho v f$ (D) $\Delta p = \left(\frac{L}{D_h} \right) \rho v^2 f$

(E) $\Delta p = \left(\frac{L}{D_h} \right)^2 \rho v^2 f$

60

Qual a equação diferencial que descreve o movimento de um fluido em escoamento incompressível, laminar e com velocidade constante, conhecida como Equação de Navier-Stokes?

Dados: ρ é a densidade do fluido; \vec{g} é a aceleração da gravidade; μ é coeficiente de atrito viscoso; p é a pressão; \vec{V} é o campo de velocidade e

$\frac{D}{Dt} = V_x \frac{\partial}{\partial x} + V_y \frac{\partial}{\partial y} + V_z \frac{\partial}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial t}$ é a derivada material.

(A) $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \vec{g} - \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{V}$

(B) $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} - \nabla p$

(C) $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} - \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{V}$

(D) $\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = \rho \vec{g} + \nabla p + \mu \nabla^2 \vec{V}$

(E) $\frac{D\vec{V}}{Dt} = \vec{g} - \mu \left(\nabla p + \nabla^2 \vec{V} \right)$

RASCUNHO