



# CONCURSO PÚBLICO

## Eletróbrás Termonuclear S.A.

# ELETRONUCLEAR

EDITAL 1

FÍSICO

FISIC25

### INSTRUÇÕES GERAIS

- Você recebeu do fiscal:
  - Um **caderno de questões** contendo 60 (sessenta) questões objetivas de múltipla escolha;
  - Um **cartão de respostas** personalizado.
- **É responsabilidade do candidato certificar-se de que o nome do cargo informado nesta capa de prova corresponde ao nome do cargo informado em seu cartão de respostas.**
- Ao ser autorizado o início da prova, verifique, no **caderno de questões** se a numeração das questões e a paginação estão corretas.
- Você dispõe de 4 (quatro) horas para fazer a Prova Objetiva. Faça-a com tranquilidade, mas **controle o seu tempo**. Este **tempo** inclui a marcação do **cartão de respostas**.
- Após o início da prova, será efetuada a coleta da impressão digital de cada candidato (Edital 01/2006 – Subitem 8.8 alínea **a**).
- **Não** será permitido ao candidato copiar seus assinalamentos feitos no **cartão de respostas**. (Edital 01/2006 – subitem 8.8 alínea **e**).
- Somente após decorrida uma hora do início da prova, o candidato poderá entregar seu **cartão de respostas** da Prova Objetiva e retirar-se da sala de prova (Edital 01/2006 – Subitem 8.8 alínea **c**).
- Somente será permitido levar seu **caderno de questões** ao final da prova, desde que permaneça em sala até este momento (Edital 01/2006 – Subitem 8.8 alínea **d**).
- Após o término de sua prova, entregue obrigatoriamente ao fiscal o **cartão de respostas** devidamente **assinado**.
- Os 3 (três) últimos candidatos de cada sala só poderão ser liberados juntos.
- Se você precisar de algum esclarecimento, solicite a presença do **responsável pelo local**.

### INSTRUÇÕES - PROVA OBJETIVA

- Verifique se os seus dados estão corretos no **cartão de respostas**. Solicite ao fiscal para efetuar as correções na Ata de Aplicação de Prova.
- Leia atentamente cada questão e assinale no **cartão de respostas** a alternativa que mais adequadamente a responde.
- O **cartão de respostas NÃO** pode ser dobrado, amassado, rasurado, manchado ou conter qualquer registro fora dos locais destinados às respostas.
- A maneira correta de assinalar a alternativa no **cartão de respostas** é cobrindo, fortemente, com caneta esferográfica azul ou preta, o espaço a ela correspondente, conforme o exemplo a seguir:



### CRONOGRAMA PREVISTO

ATIVIDADE	DATA	LOCAL
Divulgação do gabarito - Prova Objetiva (PO)	02/05/2006	www.nce.ufrj.br/concursos
Interposição de recursos contra o gabarito (RG) da PO	03 e 04/05/2006	NCE/UFRJ
Divulgação do resultado do julgamento dos recursos contra os RG da PO e o resultado final das PO	17/05/2006	www.nce.ufrj.br/concursos

Demais atividades consultar Manual do Candidato ou pelo endereço eletrônico [www.nce.ufrj.br/concursos](http://www.nce.ufrj.br/concursos)

LÍNGUA PORTUGUESA

**TEXTO – A ENERGIA E OS CICLOS INDUSTRIAIS**  
**Demétrio Magnoli e Regina Araújo**

No decorrer da história, a ampliação da capacidade produtiva das sociedades teve como contrapartida o aumento de consumo e a contínua incorporação de novas fontes de energia. Entretanto, até o século XVIII, a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia foram lentos e descontínuos.

A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama. Os ciclos iniciais de inovação tecnológica da economia industrial foram marcados pela incorporação de novas fontes de energia: assim, o pioneiro ciclo hidráulico foi sucedido pelo ciclo do carvão, que por sua vez cedeu lugar ao ciclo do petróleo.

Em meados do século XIX, as invenções do dínamo e do alternador abriram o caminho para a produção de eletricidade. A primeira usina de eletricidade do mundo surgiu em Londres, em 1881, e a segunda em Nova York, no mesmo ano. Ambas forneciam energia para a iluminação. Mais tarde, a eletricidade iria operar profundas transformações nos processos produtivos, com a introdução dos motores elétricos nas fábricas, e na vida cotidiana das sociedades industrializadas na qual foram incorporados dezenas de eletrodomésticos.

Nas primeiras décadas do século XX, a difusão dos motores a combustão explica a importância crescente do petróleo na estrutura energética dos países industrializados. Além de servir de combustível para automóveis, aviões e tratores, ele também é utilizado como fonte de energia nas usinas termelétricas e, ainda, é matéria-prima para muitas indústrias químicas. Desde a década de 1970, registrou-se também aumento significativo na produção e consumo de energia nuclear nos países desenvolvidos.

Nas sociedades pré-industriais, entretanto, os níveis de consumo energético se alteraram com menor intensidade, e as fontes energéticas tradicionais – em especial a lenha – ainda são predominantes. Estima-se que o consumo de energia comercial *per capita* no mundo seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano, mas esse número significa muito pouco: um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitantes em Bangladesh e 0,36 no Nepal.

Os países da OCDE, que possuem cerca de um sexto da população mundial, são responsáveis por mais da metade do consumo energético global. Os Estados Unidos, com menos de 300 milhões de habitantes, consomem quatro vezes mais energia do que o continente africano inteiro, onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas.

**01** – O título do texto inclui dois termos: energia / ciclos industriais. A relação que se estabelece, no texto, entre esses dois termos é:

- (A) os diferentes ciclos industriais foram progressivamente acoplados a novas tecnologias de geração de energia;
- (B) as novas fontes de energia foram progressivamente sendo substituídas em função de seu progressivo esgotamento causado pelos ciclos industriais;
- (C) os diferentes ciclos industriais foram a consequência inevitável de mudanças na vida social, como a grande profusão de eletrodomésticos;
- (D) a criação de novas fontes de energia fizeram aparecer novas necessidades no corpo social;
- (E) os ciclos industriais tornaram a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias lentos e descontínuos.

**02** – “No decorrer da história...”; essa expressão equivale semanticamente a:

- (A) com o advento dos tempos históricos;
- (B) ao longo da história humana;
- (C) após o surgimento da História;
- (D) antes do início da História;
- (E) depois dos tempos históricos.

**03** – Ao dizer que a ampliação da capacidade produtiva das sociedades teve como contrapartida o aumento de consumo e a contínua incorporação de novas fontes de energia, o autor do texto quer dizer que os dois últimos elementos funcionam, em relação ao primeiro, como:

- (A) oposição;
- (B) comparação;
- (C) resultado;
- (D) reação;
- (E) compensação.

**04** – As alternativas abaixo apresentam adjetivos do texto; a alternativa em que os substantivos correspondentes a esses adjetivos podem ser formados com a mesma terminação é:

- (A) produtiva – contínua – novas;
- (B) lentos – descontínuos – iniciais;
- (C) pioneiro – produtivos – elétricos;
- (D) industrializadas - crescente – energética;
- (E) significativo – desenvolvidos – tradicionais.

05 – “A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama”; a forma de reescrever essa mesma frase que altera o seu sentido original é:

- (A) A Revolução Industrial alterou esse panorama substancialmente;
- (B) Esse panorama foi substancialmente alterado pela Revolução Industrial;
- (C) Esse panorama, a Revolução Industrial o alterou substancialmente;
- (D) A Revolução Industrial causou a alteração substancial desse panorama;
- (E) A alteração substancial desse panorama causou a Revolução Industrial.

06 – “A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama”; esse panorama a que se refere a frase é:

- (A) o da ampliação da capacidade produtiva das sociedades;
- (B) o aumento do consumo e a incorporação de novas fontes;
- (C) a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia;
- (D) o ritmo lento e descontínuo da evolução do consumo e do aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia;
- (E) a ausência de novas tecnologias de geração de energia.

07 – A alternativa em que o antecedente do pronome sublinhado NÃO está corretamente indicado é:

- (A) “assim, o pioneiro ciclo hidráulico foi sucedido pelo ciclo do carvão, que por sua vez cedeu lugar ao ciclo do petróleo” = o pioneiro ciclo hidráulico;
- (B) “com a introdução dos motores elétricos nas fábricas, e na vida cotidiana das sociedades industrializadas na qual foram incorporados dezenas de eletrodomésticos” = vida cotidiana;
- (C) “Os países da OCDE, que possuem cerca de um sexto da população mundial” = países da OCDE;
- (D) “Além de servir de combustível para automóveis, aviões e tratores, ele também é utilizado como fonte de energia” = petróleo;
- (E) “consomem quatro vezes mais energia do que o continente africano inteiro, onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas” = continente africano.

08 – Apesar de ser um texto informativo, há certas quantidades no texto que são expressas sem precisão absoluta; assinale a EXCEÇÃO:

- (A) “onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas”;
- (B) “o consumo de energia *per capita* seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo”;
- (C) “que possuem cerca de um sexto da população mundial”;
- (D) “8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh e 0,36 no Nepal”;
- (E) “os Estados Unidos, com menos de 300 milhões de habitantes”.

09 – O texto se estrutura prioritariamente:

- (A) pela relação de causa e conseqüência;
- (B) pelo comparação entre várias épocas;
- (C) pela evolução cronológica de fatos;
- (D) pela noção de progresso e atraso;
- (E) pela oposição entre países ricos e pobres.

10 – No terceiro parágrafo do texto aparece a frase “Ambas forneciam energia para a iluminação”; pode-se inferir dessa frase que:

- (A) as usinas referidas forneciam eletricidade para toda a indústria da época;
- (B) as usinas citadas iluminavam as cidades inglesas e americanas, respectivamente;
- (C) as usinas citadas só produziam energia para iluminação;
- (D) as usinas forneciam eletricidade para as indústrias e também para a iluminação;
- (E) as usinas eram tremendamente atrasadas para a época em que surgiram.

11 – *Norte-americano* e *matéria-prima*, dois vocábulos presentes no texto, fazem corretamente como plural:

- (A) norte-americanos / matéria-primas;
- (B) norte-americanos / matérias-primas;
- (C) nortes-americanos / matérias primas;
- (D) nortes-americanos / matérias-prima;
- (E) nortes-americanos / matéria-primas.

12 – A alternativa em que o elemento sublinhado indica o agente e não o paciente do termo anterior é:

- (A) “a importância crescente do petróleo”;
- (B) “a ampliação da capacidade produtiva”;
- (C) “a contínua incorporação de nova fontes de energia”;
- (D) “o aprimoramento de novas tecnologias”;
- (E) “as invenções do dínamo e do alternador”.

13 – O penúltimo parágrafo do texto fala de “sociedades pré-industriais”; pode-se depreender do texto que essas sociedades são as que:

- (A) existiram antes da Revolução Industrial;
- (B) reagem contra a poluição energética;
- (C) se caracterizam pelo atraso industrial;
- (D) só consomem energia natural;
- (E) destroem a cobertura vegetal do planeta.

14 – “Estima-se que o consumo de energia comercial *per capita* no mundo seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano, mas esse número significa muito pouco: um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitantes em Bangladesh e 0,36 no Nepal”; o número citado é muito pouco porque:

- (A) há uma enorme quantidade de energia produzida e não consumida;
- (B) há países que se negam a destruir ecologicamente o meio ambiente;
- (C) poderia haver um consumo bastante menor;
- (D) alguns países têm pouco consumo de energia, se comparado ao dos EUA;
- (E) nos países industrializados o consumo é bastante grande.

15 – A expressão *per capita* na frase “o consumo de energia comercial *per capita* no mundo” significa:

- (A) por capital de cada país;
- (B) por cidade importante de cada país;
- (C) por grupo humano identificado;
- (D) por unidade monetária de cada país;
- (E) por cada indivíduo.

16 – O último parágrafo do texto tem por finalidade mostrar:

- (A) que os maiores consumidores de energia são os países menos populosos do planeta;
- (B) que há uma enorme desproporção de riqueza se observarmos a distribuição do consumo de energia no mundo;
- (C) que o continente africano é a região do planeta onde se preserva mais o ambiente natural;
- (D) que os EUA consomem injustamente a energia que deveria ser consumida por países bem mais pobres;
- (E) que os EUA são autoritários e tirânicos em relação aos países africanos.

17 – O fato de os EUA serem um país de alto consumo de energia mostra que:

- (A) os países mais ricos consomem mais energia do que a necessária;
- (B) os países mais pobres devem cobrar nas cortes internacionais o direito à energia;
- (C) há uma relação entre riqueza, industrialização e consumo de energia;
- (D) os países de grande injustiça social são os mais industrializados do globo;
- (E) os países mais pobres são os que mais utilizam as fontes naturais de energia.

18 – Ao dizer que um norte-americano consome “em média” 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh, com a expressão “em média”, o autor do texto quer dizer que:

- (A) às vezes consomem mais, às vezes consomem menos;
- (B) sempre consomem mais que nos países pobres;
- (C) o total de energia consumida é dividido entre todos os norte-americanos;
- (D) a energia consumida é dividida matematicamente entre aqueles que a consomem;
- (E) na maior parte dos habitantes, o consumo de energia atinge o nível indicado.

19 – A alternativa em que o vocábulo sublinhado tem seu valor semântico ERRADAMENTE indicado é:

- (A) “Entretanto, até o século XVIII” = oposição;
- (B) “assim, o pioneiro ciclo hidráulico” = modo;
- (C) “surgiu em Londres” = lugar;
- (D) “em 1881” = tempo;
- (E) “Mais tarde” = tempo.

20 – “um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh e 0,36 no Nepal”; nesse segmento do texto a presença do vocábulo sublinhado indica que:

- (A) o consumo de energia nos países citados está de acordo com seu desenvolvimento industrial;
- (B) Bangladesh e Nepal consomem menos energia que os EUA;
- (C) só nos locais citados o consumo de energia é tão baixo;
- (D) o consumo em Bangladesh é ainda inferior que ao do Nepal;
- (E) o autor considera, nesse caso, o consumo de energia bastante baixo.

**LÍNGUA INGLESA****READ TEXT I AND ANSWER QUESTIONS 21 TO 24:****TEXT I****Nuclear Weapons Programs**

Brazil pursued a covert nuclear weapons program in response to Argentina's program. It developed a modest nuclear power program, enrichment facilities (including a large ultracentrifuge enrichment plant and several laboratory-scale facilities), a limited reprocessing capability, a missile program, a uranium mining and processing industry, and fuel fabrication facilities. Brazil was supplied with nuclear materials and equipment by West Germany (which supplied reactors, enrichment and reprocessing facilities), France, and the US. The country has a dependable raw material base for developing atomic power engineering, highly skilled scientific cadres have been trained, technologies for enriching uranium have been obtained, and there are several nuclear research centers.

The history of Brazil's nuclear programs can be traced back to the early 1930s, with the initial research in nuclear fission. Much of that early research was conducted at the USP (University of São Paulo), some by scientists who had been contracted from abroad. By the mid-1930s, Brazil had discovered vast deposits of uranium. In 1940 President Getúlio Vargas signed an agreement with the United States for cooperative mining, including mining for uranium and monazite. During the 1940s, Brazil signed three additional agreements with the United States. In exchange for monazite, the United States transferred nuclear technology.

(adapted from <http://www.fas.org/nuke/guide/brazil/nuke/index.html> on March 1st, 2006)

**21** – The triggering force for the development of the Brazilian nuclear program was a:

- (A) promise;
- (B) failure;
- (C) curiosity;
- (D) dream;
- (E) reaction.

**22** – The text implies that the Brazilian program was initially:

- (A) well-known;
- (B) ill-planned;
- (C) secret;
- (D) ambiguous;
- (E) complex.

**23** – The underlined word in “The country has a dependable raw material base...” (l.10) refers to:

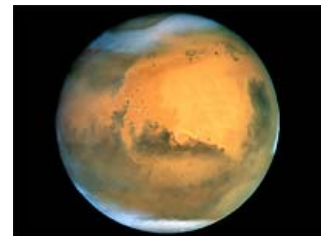
- (A) Argentina;
- (B) West Germany;
- (C) the US;
- (D) Brazil;
- (E) France.

**24** – When the text states that “Brazil’s nuclear programs can be traced back to the early 1930s...” (l.15) this means that at the time mentioned they were:

- (A) implemented;
- (B) concealed;
- (C) rejected;
- (D) investigated;
- (E) resumed.

**READ TEXT II AND ANSWER QUESTIONS 25 TO 30:****TEXT II**

**Here is an article published in 2003:**

**Russian scientists have announced plans to build a nuclear power station on Mars.**

They say that all the necessary technical drawings have now been completed, and - after a few minor niggles have been ironed out - all will be ready for the construction work to begin.

The power plant should be up and running by 2030.

But experts are already asking questions about the feasibility of the project.

The first extra-terrestrial nuclear power station will serve the permanent research camp which, Russian scientists believe, could be set up on Mars within the next 30 years.

Deputy chief engineer of Red Star - a state scientific company closely affiliated with Russia's Nuclear Energy Ministry - says the station will be constructed in the mountainous areas of Mars, possibly in one of the canyons.

**Cosmic building site**

It will produce enough power for future Russian missions to the planet to be fully self-contained and will not need more than six engineers to maintain.

Scientists say that the station is now almost ready to be built

- 20 - all they have to do is to find a way to protect staff and environment from radiation.

The only stumbling block is how to deliver ready-made building blocks to a construction site 300 million kilometres (186.4 million miles) away from Earth.

The plan is that the heavier equipment will be delivered to Mars by an automatic lander - like the European Beagle which is now making its way to the Red Planet.

The scientists say that more delicate goods will arrive in a manned spaceship.

- 30 Its crew will build both the station and the research base for all future expeditions.

(<http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/3162129.stm> on March 1st, 2006)

- 25 – When the article was published, the plan of building a nuclear power station was:

- (A) cleared out;
- (B) considered too bold;
- (C) being doubted;
- (D) guaranteed by experts;
- (E) running smoothly.

- 26 – According to the text, the sole problem in 2003 was:

- (A) transporting building material;
- (B) obtaining grants for the crew;
- (C) sending engineers to Mars;
- (D) getting worldwide approval;
- (E) constructing on hilly soil.

- 27 – In that same year, the Russians were thinking about the staff's:

- (A) feeding;
- (B) safety;
- (C) clothing;
- (D) expertise;
- (E) schooling.

- 28 – The underlined expression in “after a few minor niggles have been ironed out” (1.02) can be replaced by:

- (A) put down;
- (B) set off;
- (C) called for;
- (D) straightened out;
- (E) turned on.

- 29 – **should** in “The power plant should be up and running...”(1.05) implies a(n):

- (A) ability;
- (B) certainty;
- (C) suggestion;
- (D) obligation;
- (E) possibility.

- 30 – The underlined verb in “will not need more than six engineers to maintain.” (1.18) can be replaced by:

- (A) keep off;
- (B) keep out;
- (C) keep up;
- (D) keep away;
- (E) keep back.

**FÍSICO**

31 - O transporte de calor no combustível e no revestimento de uma vareta combustível se dá por condução. Considere a densidade de potência na vareta  $q'''$ , e as áreas laterais da região combustível  $A_f$  e das superfícies internas e externas do revestimento, respectivamente  $A_{ci}$  e  $A_{c0}$ . A densidade linear de potência  $q'$  se relaciona com a densidade de potência na vareta pela expressão:

- (A)  $q' = q''' A_f$
- (B)  $q' = q''' A_{ci}$
- (C)  $q' = q''' A_{c0}$
- (D)  $q' = q''' (A_{c0} + A_{ci})$
- (E)  $q' = q''' (A_f - A_{ci})$

32 - O transporte de calor entre o revestimento de uma vareta combustível e o refrigerante se dá por convecção. O coeficiente de transferência de calor  $h$  em função da área de transferência de calor  $A$ , da temperatura da superfície do revestimento  $T_s$ , da temperatura volumétrica do fluido refrigerante  $T_B$  e da taxa de produção de calor  $q$ , é dada pela expressão:

- (A)  $h = \frac{q}{A} / \left( \frac{T_s - T_B}{2} \right)$
- (B)  $h = \frac{q}{A} / (T_s + T_B)$
- (C)  $h = \frac{q}{A} / (T_s - T_B)$
- (D)  $h = \frac{q}{A} / \left( \frac{T_B - T_s}{2} \right)$
- (E)  $h = \frac{q}{A} / \left( \frac{T_s + T_B}{2} \right)$

33 - Em condições de acidente, a perda térmica por troca radiativa de uma vareta combustível para o ambiente, supondo desprezível a troca térmica convectiva, é dada por:

Dados: diâmetro da vareta -  $D$   
 Altura da vareta -  $L$   
 Temperatura da superfície da vareta -  $T_s$   
 Temperatura do ambiente -  $T_p$   
 Emissividade da superfície da vareta -  $\varepsilon$   
 Constante de Stefan-Boltzman -  $\sigma$

- (A)  $q = \varepsilon \pi D L \sigma (T_s^4 - T_p^4)$
- (B)  $q = \varepsilon \pi D L \sigma (T_s^4 + T_p^4)$
- (C)  $q = \varepsilon \pi D L \sigma \left( \frac{T_s^4 + T_p^4}{2} \right)$
- (D)  $q = \varepsilon \frac{\pi D^2}{L} \sigma (T_p^4 - T_s^4)$
- (E)  $q = \varepsilon \pi D L \sigma (T_p^4 - T_s^4)$

34 - Em escoamento turbulento monofásico para um líquido a correlação de Dittus-Boelter é dada por:

Dados: Número de Nusselt  $Nu$   
 Número de Prandtl  $Pr$   
 Número de Reynolds  $Re$

- (A)  $Nu = 0,025 Pr^{0,8} Re^{0,8}$
- (B)  $Nu = 7 + 0,023 Pr^{0,8} Re^{0,4}$
- (C)  $Nu = 0,023 Pr^{0,4} Re^{0,8}$
- (D)  $Nu = 7 + 0,023 Pr^{0,4} Re^{0,8}$
- (E)  $Nu = Pr^{0,8} Re^{0,8}$

35 - Na teoria da difusão de nêutrons, a condição de contorno do tipo vácuo é representada por:

- (A) albedo nulo;
- (B) fluxo angular nulo;
- (C) corrente líquida nula;
- (D) fluxo de nêutrons nulo;
- (E) corrente de entrada nula.

36 - Sendo  $D(\vec{r}, E)$  o coeficiente de difusão,  $\phi(\vec{r}, E)$  o fluxo de nêutrons e  $\vec{J}(\vec{r}, E)$  o vetor densidade de corrente, a Lei de Fick que relaciona  $\vec{J}(\vec{r}, E)$  e  $\phi(\vec{r}, E)$  é:

- (A)  $\vec{J}(\vec{r}, E) \cong -(1/3D(\vec{r}, E))\vec{\nabla}\phi(\vec{r}, E)$ ;
- (B)  $\vec{J}(\vec{r}, E) \cong -(1/D(\vec{r}, E))\vec{\nabla}\phi(\vec{r}, E)$ ;
- (C)  $\vec{J}(\vec{r}, E) \cong -(3D(\vec{r}, E))\vec{\nabla}\phi(\vec{r}, E)$ ;
- (D)  $\vec{J}(\vec{r}, E) \cong -\vec{\nabla}(D(\vec{r}, E)\phi(\vec{r}, E))$ ;
- (E)  $\vec{J}(\vec{r}, E) \cong -D(\vec{r}, E)\vec{\nabla}\phi(\vec{r}, E)$ .

37 - O valor da seção de choque macroscópica total do material homogêneo que compõe uma blindagem com espessura de 20 cm, capaz de reduzir um feixe incidente de nêutrons por um fator  $e^{40}$  é:

- (A)  $2,5 \text{ cm}^{-1}$ ;
- (B)  $2,0 \text{ cm}^{-1}$ ;
- (C)  $1,5 \text{ cm}^{-1}$ ;
- (D)  $1,0 \text{ cm}^{-1}$ ;
- (E)  $0,5 \text{ cm}^{-1}$ .

38 - Em um reator nuclear o fluxo angular de nêutrons é dado por:

$$\varphi(\vec{r}, \hat{\Omega}) = \frac{1}{4\pi}(1 - \cos \theta)\phi_0,$$

onde  $\theta$  é o ângulo entre  $\hat{\Omega}$  e o eixo z. O número total de nêutrons que passa por uma área  $A$ , por segundo, é:

- (A)  $A\phi_0$ ;
- (B)  $2A\phi_0$ ;
- (C)  $3A\phi_0$ ;
- (D)  $4A\phi_0$ ;
- (E)  $6A\phi_0$ .

39 - O fator de multiplicação ( $k$ ) em um sistema subcrítico pode ser obtido medindo-se uma quantidade chamada *multiplicação*, é dada por:

- (A)  $1 - k$ ;
- (B)  $k - 1$ ;
- (C)  $1/(1 - k)$ ;
- (D)  $1/(k - 1)$ ;
- (E)  $1 - (1/k)$ .

40 - A aproximação da difusão usada na dedução da equação da difusão de nêutrons, a partir da equação de transporte de nêutrons, é:

- (A)  $\varphi(\vec{r}, E, \hat{\Omega}) \cong \frac{1}{4\pi} \left\{ \phi(\vec{r}, E) - 3\hat{\Omega} \cdot \vec{J}(\vec{r}, E) \right\}$ ;
- (B)  $\varphi(\vec{r}, E, \hat{\Omega}) \cong \frac{1}{4\pi} \left\{ \phi(\vec{r}, E) + 3\hat{\Omega} \cdot \vec{J}(\vec{r}, E) \right\}$ ;
- (C)  $\varphi(\vec{r}, E, \hat{\Omega}) \cong \frac{1}{2\pi} \left\{ \phi(\vec{r}, E) - 3\hat{\Omega} \cdot \vec{J}(\vec{r}, E) \right\}$ ;
- (D)  $\varphi(\vec{r}, E, \hat{\Omega}) \cong \frac{1}{2\pi} \left\{ \phi(\vec{r}, E) + 3\hat{\Omega} \cdot \vec{J}(\vec{r}, E) \right\}$ ;
- (E)  $\varphi(\vec{r}, E, \hat{\Omega}) \cong \frac{3}{4\pi} \left\{ \phi(\vec{r}, E) + 3\hat{\Omega} \cdot \vec{J}(\vec{r}, E) \right\}$ .

41 - Em alguns reatores térmicos as barras de controle são formadas por um composto de prata, índio e cádmio que absorvem nêutrons, preferencialmente, nas seguintes faixas de energia, respectivamente:

- (A) epitérmica, rápida e térmica;
- (B) rápida, epitérmica e térmica;
- (C) térmica, rápida e epitérmica;
- (D) epitérmica, térmica e rápida;
- (E) rápida, térmica e epitérmica.

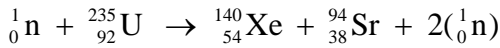
42 - Sendo  $\underline{u}$  um vetor unitário,  $k^{(i)}$  e  $\underline{s}_f^{(i)}$  o fator de multiplicação e o vetor fonte de fissão na  $i$ -ésima iteração, respectivamente, o fator de multiplicação da iteração  $i + 1$ , segundo o método das potências, é dado por:

- (A)  $k^{(i+1)} = \frac{1}{k^{(i)}}(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i)})/(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i+1)})$ ;
- (B)  $k^{(i+1)} = k^{(i)}(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i)})/(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i+1)})$ ;
- (C)  $k^{(i+1)} = \frac{1}{k^{(i)}}(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i+1)})/(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i)})$ ;
- (D)  $k^{(i+1)} = k^{(i)}(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i+1)})/(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i)})$ ;
- (E)  $k^{(i+1)} = \frac{1}{k^{(i)}}(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i+1)})(\underline{u}^T \underline{s}_f^{(i)})$ .

43 - Em um reator térmico comercial do tipo PWR, operando a 100% de potência, o controle da criticidade devido à queima de combustível é feito através de:

- (A) boro solúvel;
- (B) fuga de nêutrons;
- (C) veneno queimável;
- (D) produtos de fissão;
- (E) moderador de nêutrons.

**44** - Na reação de fissão mostrada abaixo, se as massas do nêutron e dos núcleos  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{140}_{54}\text{Xe}$  e  $^{94}_{38}\text{Sr}$  são, respectivamente, 1,008665 amu, 235,053915 amu, 139,895495 amu e 93,915380 amu, com 1 amu equivalendo a 931,502 MeV de energia, a quantidade de energia (em MeV) liberado é:



- (A) 216;
- (B) 217;
- (C) 218;
- (D) 219;
- (E) 220.

**45** - O termo que representa a fonte de fissão no grupo  $g$  de energia, na equação da difusão multigrupo, é:

$$(A) \frac{1}{4\pi} \chi_g \sum_{g'=1}^G v \Sigma_{fg'} \phi_{g'} ;$$

$$(B) \frac{1}{4\pi} v \Sigma_{fg} \sum_{g'=1}^G \chi_{g'} \phi_{g'} ;$$

$$(C) \frac{1}{2} \chi_g \sum_{g'=1}^G v \Sigma_{fg'} \phi_{g'} ;$$

$$(D) \frac{1}{2} v \Sigma_{fg} \sum_{g'=1}^G \chi_{g'} \phi_{g'} ;$$

$$(E) \chi_g \sum_{g'=1}^G v \Sigma_{fg'} \phi_{g'} .$$

**46** - São produtos de fissão:

$$(A) ^{242}_{94}\text{Pu} \text{ e } ^{135}_{53}\text{I} ;$$

$$(B) ^{135}_{53}\text{I} \text{ e } ^{239}_{93}\text{Np} ;$$

$$(C) ^{149}_{62}\text{Sm} \text{ e } ^{235}_{92}\text{U} ;$$

$$(D) ^{135}_{54}\text{Xe} \text{ e } ^{149}_{62}\text{Sm} ;$$

$$(E) ^{149}_{62}\text{Sm} \text{ e } ^{232}_{90}\text{Th} .$$

**47** - Usando a equação da difusão de nêutrons a dois grupos de energia e a equação de Helmholtz (esta para representar a forma espacial do fluxo de nêutrons), o fator de multiplicação é dado por:

$$(A) (\Sigma_s^{1 \rightarrow 2} v \Sigma_{f1} / (\Sigma_{a2} + D_2 B^2) + v \Sigma_{f2}) / (\Sigma_{R1} + D_1 B^2) ;$$

$$(B) (\Sigma_s^{1 \rightarrow 2} v \Sigma_{f2} / (\Sigma_{a2} + D_2 B^2) - v \Sigma_{f1}) / (\Sigma_{R1} + D_1 B^2) ;$$

$$(C) (\Sigma_s^{1 \rightarrow 2} v \Sigma_{f2} / (\Sigma_{a2} + D_2 B^2) + v \Sigma_{f1}) / (\Sigma_{R1} + D_1 B^2) ;$$

$$(D) (\Sigma_s^{1 \rightarrow 2} v \Sigma_{f1} / (\Sigma_{a2} + D_2 B^2) - v \Sigma_{f2}) / (\Sigma_{R1} + D_1 B^2) ;$$

$$(E) (v \Sigma_{f1} v \Sigma_{f2} / (\Sigma_{a2} + D_2 B^2) + \Sigma_s^{1 \rightarrow 2}) / (\Sigma_{R1} + D_1 B^2) .$$

**48** - Sendo  $D$  o coeficiente de difusão de um meio, o livre caminho médio de transporte do nêutron nesse meio é:

$$(A) 3D ;$$

$$(B) 2D ;$$

$$(C) D/3 ;$$

$$(D) 3/D ;$$

$$(E) 1/(3D) .$$

**49** - Os nêutrons que nascem imediatamente após ocorrer um evento de fissão são chamados de nêutrons:

(A) moderados;

(B) retardados;

(C) térmicos;

(D) prontos;

(E) livres.

**50** - As pessoas que trabalham com fontes ou geradores de radiação ionizante devem dispor de procedimentos técnicos bem elaborados de modo que o objetivo da tarefa seja concretizado e sua segurança esteja garantida contra exposições desnecessárias ou acidentais. Sendo assim, a escolha do material utilizado como blindagem depende:

(A) do tempo de trabalho, do tipo de radiação e do custo;

(B) do tipo de radiação, da atividade da fonte e da taxa de dose aceitável fora do material de blindagem;

(C) da temperatura, do tipo de tarefa e da atividade da fonte;

(D) da taxa de dose aceitável, do número de horas trabalhadas e dos fatores ambientais;

(E) do número de horas trabalhadas, do custo e dos fatores ambientais;

**51** - No processo de interação da radiação com a matéria ocorre uma transferência de energia que pode provocar excitação ou ionização de átomos, com a conseguinte alteração das moléculas a que eles pertencem. Se as moléculas afetadas estão em uma célula viva, esta pode ser danificada. Para um determinado efeito a severidade do dano produzido aumenta com a dose, havendo um limiar para a sua ocorrência. Esse efeito causado pela radiação é chamado de:

- (A) determinístico;
- (B) somático;
- (C) hereditário;
- (D) tardio;
- (E) imediato.

**52** - A energia necessária para remover um elétron de uma superfície metálica é conhecida como função trabalho. A função trabalho de um metal depende:

- (A) do número atômico  $Z$ ;
- (B) da frequência da onda eletromagnética incidente;
- (C) do número de massa  $A$ ;
- (D) da intensidade da fonte incidente;
- (E) da energia da onda eletromagnética incidente.

**53** - Os núcleos que não são estáveis são conhecidos como radioativos, isto é, decaem espontaneamente em outros núcleos emitindo radiação. A taxa de emissão de partículas radioativas por esses núcleos não estáveis, em relação ao tempo, diminuirá:

- (A) linearmente;
- (B) sem uma função determinada;
- (C) até ter passado uma meia-vida e depois aumentará;
- (D) por uma função estepe;
- (E) exponencialmente.

**54** - Em geral, quando um núcleo radioativo emite uma partícula alfa o número de nêutrons ( $N$ ) e o de prótons ( $Z$ ) se alteram, e conseqüentemente o número de massa ( $A$ ) também. Assim, podemos dizer que essa diminuição ocorrerá da seguinte maneira:

- (A)  $Z$  e  $N$  de 2 unidades e  $A$  de 4 unidades;
- (B)  $Z$  e  $N$  de 4 unidades e  $A$  de 2 unidades;
- (C)  $Z$  e  $N$  de 1 unidades e  $A$  de 2 unidades;
- (D)  $Z$  e  $N$  de 2 unidades e  $A$  de 1 unidades;
- (E)  $Z$  e  $N$  de 4 unidades e  $A$  de 4 unidades.

**55** - Os sólidos  $Al_2O_3$ ,  $SiC$  e  $W$  são formados respectivamente por ligações químicas de caráter predominantemente:

- (A) iônico, metálico e covalente;
- (B) covalente, metálico e iônico;
- (C) iônico, covalente e metálico;
- (D) metálico, covalente e iônico;
- (E) covalente, iônico e metálico.

**56** - Os números de átomos por célula unitária das estruturas cristalinas cúbica simples (cs), cúbica de corpo centrado (ccc) e cúbica de face centrada (cfc) são, respectivamente:

- (A) 1, 2 e 4;
- (B) 1, 4 e 2;
- (C) 2, 1 e 4;
- (D) 2, 4 e 1;
- (E) 4, 2 e 1.

**57** - Quando se eleva lentamente a temperatura do cobre desde a temperatura ambiente (cerca de  $27^\circ C$ ) até uma temperatura logo abaixo de seu ponto de fusão ( $1085^\circ C$ ), o número de vacâncias por unidade de volume deste material:

(Considere a energia de formação de vacâncias no cobre igual a  $0,9\text{ eV}$  e constante de Boltzmann igual a  $1,38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$ ):

- (A) não varia;
- (B) diminui por um fator entre  $10^1$  e  $10^2$ ;
- (C) aumenta por um fator entre  $10^1$  e  $10^2$ ;
- (D) diminui por um fator entre  $10^{11}$  e  $10^{12}$ ;
- (E) aumenta por um fator entre  $10^{11}$  e  $10^{12}$ .

**58** - Uma peça cilíndrica de 1 m de comprimento e 10 mm de diâmetro, constituída de um aço cujo módulo de elasticidade e limite de escoamento valem respectivamente 200 GPa e 180 MPa, está sob a ação de uma carga trativa. Sabe-se que esta peça não pode sofrer qualquer deformação plástica e sua elongação máxima permitida é de 0,6 mm. O valor máximo da carga suportada deve ser, aproximadamente:

- (A) 8480 N;
- (B) 9420 N;
- (C) 10460 N;
- (D) 14130 N;
- (E) 15700 N.

**59** - Um vergalhão de aço é submetido a um processo de trabalho a frio. Quanto à variação de suas propriedades mecânicas: limite de escoamento, limite de resistência à tração e ductilidade, pode-se afirmar, respectivamente, que:

- (A) diminui, aumenta e diminui;
- (B) aumenta, permanece constante e aumenta;
- (C) aumenta, diminui e diminui;
- (D) diminui, aumenta e permanece constante;
- (E) aumenta, aumenta e diminui.

**60** - Sabendo-se que os pontos de fusão do cobre e do níquel são, respectivamente, 1085 °C e 1455 °C, e que estes elementos constituem um sistema binário isomorfo, pode-se afirmar que a temperatura mínima necessária para iniciar a fusão de uma liga de cobre e níquel 50:50 é aproximadamente:

- (A) 1085 °C;
- (B) 1175 °C;
- (C) 1270 °C;
- (D) 1360 °C;
- (E) 1455 °C.



**Núcleo de Computação Eletrônica**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prédio do CCMN - Bloco C  
Cidade Universitária - Ilha do Fundão - RJ  
Central de Atendimento - (21) 2598-3333  
Internet: <http://www.nce.ufrj.br>