CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO

ENGENHARIA NUCLEAR - 2025/2026

CADERNO DE QUESTÕES

1ª QUESTÃO	**Valor: 1,0**

O ciclo do combustível nuclear baseado em ^{235}U envolve uma sequência de etapas técnicas, econômicas e ambientais desde a extração do minério até a disposição final dos rejeitos.

a) liste, na ordem correta, as sete etapas consideradas principais no ciclo do combustível nuclear para um reator de potência que utiliza urânio enriquecido;

b) escolha duas dessas etapas e descreva resumidamente seu objetivo;

c) cite um aspecto de segurança vinculado ao meio ambiente relevante no contexto do ciclo e explique sua importância.

2ª QUESTÃO	**Valor: 1,0**

A maioria dos reatores nucleares comerciais opera com UO_2 no qual o teor de ^{235}U é da ordem de 3 a 5%. Seria possível que a ocorrência de um acidente com um reator desse tipo seja capaz de torná-lo um artefato (bomba) nuclear ? Justifique.

3ª QUESTÃO	**Valor: 1,0**

Um píon positivo π^+ estacionário pode decair em um antimuón μ^+ e um neutrino ν, de acordo com a reação:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$$

Determine a energia cinética do antimuón e do neutrino.
Dados:

$$m_\nu \approx 1 \times 10^{-7}\,\mathrm{MeV}/c^2, \quad m_\mu = 105{,}7\,\mathrm{MeV}/c^2, \quad m_{\pi^+} = 139{,}6\,\mathrm{MeV}/c^2$$

4ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Em um laboratório de detecção nuclear foi utilizado um sistema NaI(Tl) e as seguintes contagens de uma fonte radioativa foram obtidas: 3580, 3600 e 3620. Determine:

a) o desvio padrão teórico;

b) o desvio padrão experimental;

c) o valor médio das contagens com nível de confiança de 90%;

d) o erro relativo percentual do desvio padrão.

Dados:

k	$0 < n_i \leq t$	$-t \leq n_i \leq t$	$-\infty < n_i \leq -t$ e $t \leq n_i < \infty$
0,1257	0,05	0,10	0,90
0,2533	0,10	0,20	0,80
0,3853	0,15	0,30	0,70
0,5244	0,20	0,40	0,60
0,6745	0,25	0,50	0,50
0,8416	0,30	0,60	0,40
1,0360	0,35	0,70	0,30
1,2820	0,40	0,80	0,20
1,6450	0,45	0,90	0,10

em que:

$$k = \frac{|n_i - n_{\text{médio}}|}{dp_{\text{exp}}}$$

valores das contagens: n_i ;

contagem média: $n_{\text{médio}}$;

desvio padrão experimental: dp_{exp} ;

limites dos valores das contagens na distribuição normal: $-t$ e t .

5ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Em alguns tipos de detectores a gás é usada uma mistura de dois gases: o principal e o extintor. A esse respeito, responda o que se pede:

a) cite dois desses detectores;

b) cite os dois tipos de gás extintor utilizados nesses detectores e dois exemplos para cada tipo citado;

c) discuta as diferenças dentre esses tipos de gás extintor quanto a durabilidade e curva característica do detector (extensão e inclinação do patamar).

6ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Considere que um Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE) foi acidentalmente exposto. Valendo-se de dosimetria biocinética associada a modelos matemáticos, foram observadas as seguintes doses de radiação absorvidas nos órgãos desse IOE:

Tipo de radiação	Doses de radiação nos órgãos (mGy)		
	Gônadas	Tireóide	Pulmão
Alfa	2	5	5
Gama	10	30	5
Nêutrons	5	10	10

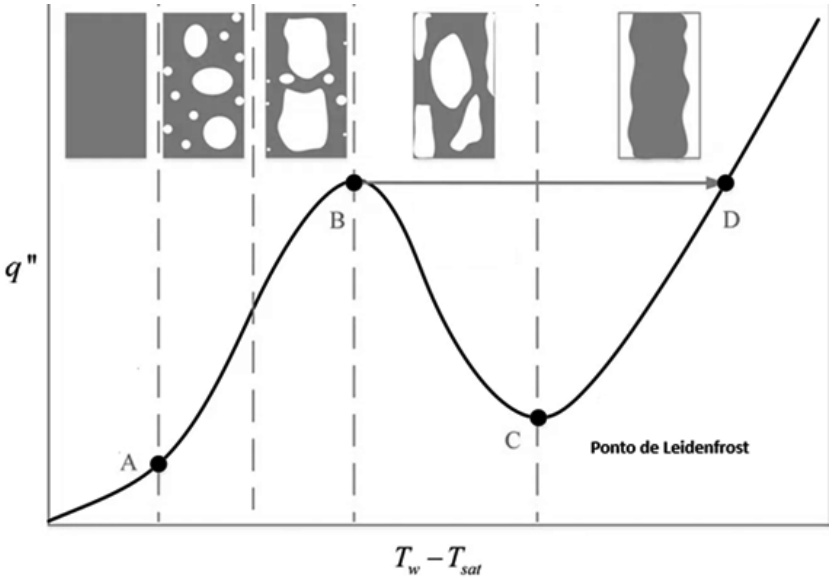
Dados:

Fatores de ponderação dos tecidos	
Tecido	Valor
Gônadas	0,20
Tireoide	0,05
Pulmão	0,12

Diante do exposto, calcule a dose efetiva que deverá ser registrada no histórico de dose deste trabalhador em decorrência desse evento.

7ª QUESTÃO	Valor: 1,0

O processo de transferência de calor por mudança de fase líquida-vapor é caracterizado por uma curva que mostra a relação funcional entre o fluxo de calor na superfície de transferência de calor (q'') em função do superaquecimento da superfície ($T_w - T_{sat}$). Na figura abaixo é apresentada essa curva e o contexto (relação) da transferência de calor entre a parede externa de uma vareta combustível e o refrigerante em um reator nuclear do tipo PWR.



Fluxo de calor em função do aquecimento da superfície. Adaptado de: Duderstadt, J.J. e Hamilton, L.J. (1976) *Nuclear Reactor Analysis*. John Wiley & Sons Ltd., New York, p. 491.

Do exposto, responda o que se pede:

a) descreva, sucintamente, o significado dos pontos críticos marcados na curva com as letras A, B e D, considerando que as imagens representam diferentes regimes de ebulição.

b) o ponto C é o Ponto de Leidenfrost. Explique o seu significado e a sua importância no contexto da engenharia nuclear.

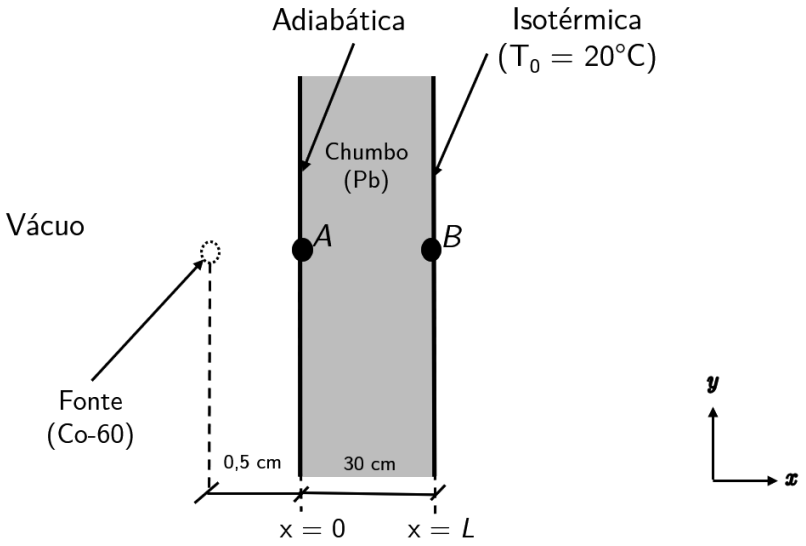
8ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Uma fonte pontual e isotrópica de ^{60}Co, com atividade de 500 Ci, irradia a superfície de uma placa plana infinita de chumbo (Pb), utilizada como blindagem, conforme ilustrado na figura abaixo. A taxa de geração volumétrica de calor ($\dot{g}$), devido aos dois fótons emitidos durante a desintegração do ^{60}Co, varia aproximadamente de forma exponencial com a profundidade (x). Admitindo a condutividade térmica do chumbo constante ($k = 0{,}1$ cal/cm · s · °C), a condução como único mecanismo de transporte de calor, o regime permanente e a variação de temperatura apenas na direção x, determine:

a) o fluxo de fótons, φ_0 [fótons/cm²·s], no ponto A, sabendo que 1 Bq corresponde a uma desintegração por segundo.

b) a distribuição da temperatura na blindagem, considerando $\dot{q} = q_0 e^{-\mu x}$, onde q_0 é a taxa inicial de geração volumétrica de calor, com $q_0 = \mu E \phi_0$ [MeV/s·cm^3], μ é o coeficiente de atenuação linear no Pb ($\mu = 0,7\,\text{cm}^{-1}$) e $E = 1,25$ MeV é a energia média dos dois fótons emitidos pelo ^{60}Co por desintegração.

Dados: 1 cal $\approx 4,2$ J; 1 MeV $\approx 1,6 \times 10^{-13}$ J; $\pi \approx 3{,}14$; 1 Ci = $3{,}7 \times 10^{10}$ Bq; $e^{-21} \cong 0$.



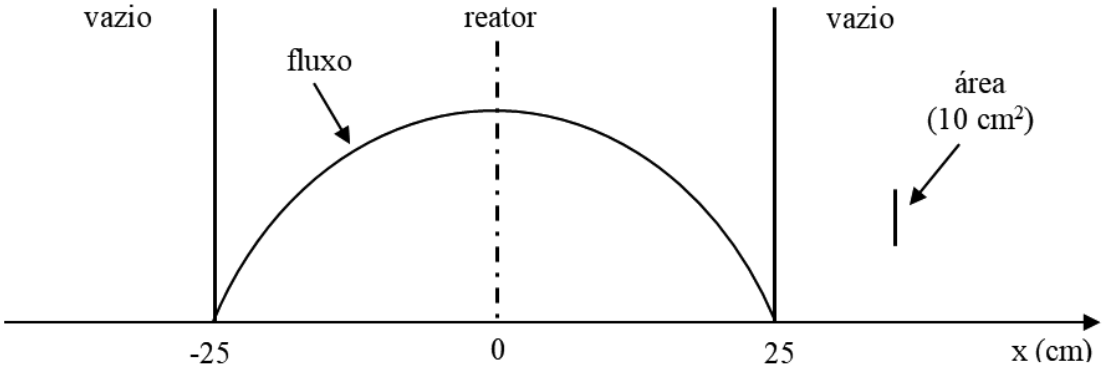
Transferência de calor em um arranjo de blindagem de Pb (fora de escala)

9ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Calcule, usando o modelo da difusão, a quantidade de nêutrons por segundo que atravessa uma área de $10\ cm^2$ situada próxima a parede lateral de um reator, conforme representado na figura abaixo. A distribuição do fluxo na região do reator é dada por:

$$\Phi(x) = \frac{50.10^8}{\pi}\cos(\frac{\pi}{50}x)$$

Dado: coeficiente de difusão $D = 1\ cm$.



Região próxima à parede lateral do reator.

10ª QUESTÃO	Valor: 1,0

Na análise da radioatividade natural, como na série do urânio, aparece um sistema de equações diferenciais ordinárias. Resolva o sistema de equações diferenciais ordinárias, a seguir, fazendo a mudança de variável $t = e^z$.

$$\begin{cases} t^2\dfrac{d^2x}{dt^2} + t\dfrac{dx}{dt} + y = 0, & x = x(t), \\ x + t^2\dfrac{d^2y}{dt^2} + t\dfrac{dy}{dt} = 0, & y = y(t). \end{cases}$$