



VAGA MC-211 – SETOR DE ENGENHARIA DE REATORES
CONCURSO DE PROVAS E TÍTULOS DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
EDITAL Nº 54 DE 30/01/2024 – PUBLICADO NO DOU Nº 24 DE 02/02/2024
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
VAGA MC-211 – SETOR DE ENGENHARIA DE REATORES

DIA: 02 de dezembro de 2024.

LOCAL: Sala 105 - Bloco H - Escola Politécnica/CT/UFRJ

Xy 38

CADERNO DE QUESTÕES - PROVA ESCRITA

<p>Questão 1</p>	<p>Tema 2 – Geração de Calor no núcleo do reator 2.1 - Descreva como é gerado e depositado o calor no núcleo do reator. 2.2 - Qual é a relação do termo de fonte de calor com o fluxo de neutrons 2.3 - Cite a relação entre fluxo de calor, geração volumétrica de calor, e potencia linear na vareta combustível. Justifique sua resposta usando o modelo de condução estacionária em uma secção transversal da vareta.</p>
<p>Questão 2</p>	<p>Tema 3 – Termodinâmica de Centrais Nucleares 3.1 - Descreva os principais sistemas de um reator refrigerado a água leve, detalhando o funcionamento dos principais equipamentos, e do ciclo térmico associado. 3.2 - Qual é o rendimento máximo de uma central nuclear, especificando a equação correspondente.</p>
<p>Questão 3</p>	<p>Tema 4 – Equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia. 4.1 - Apresente e discuta as equações de balanço de de massa, quantidade de movimento linear e energia sem mudança de fase e estado estacionário.</p>

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

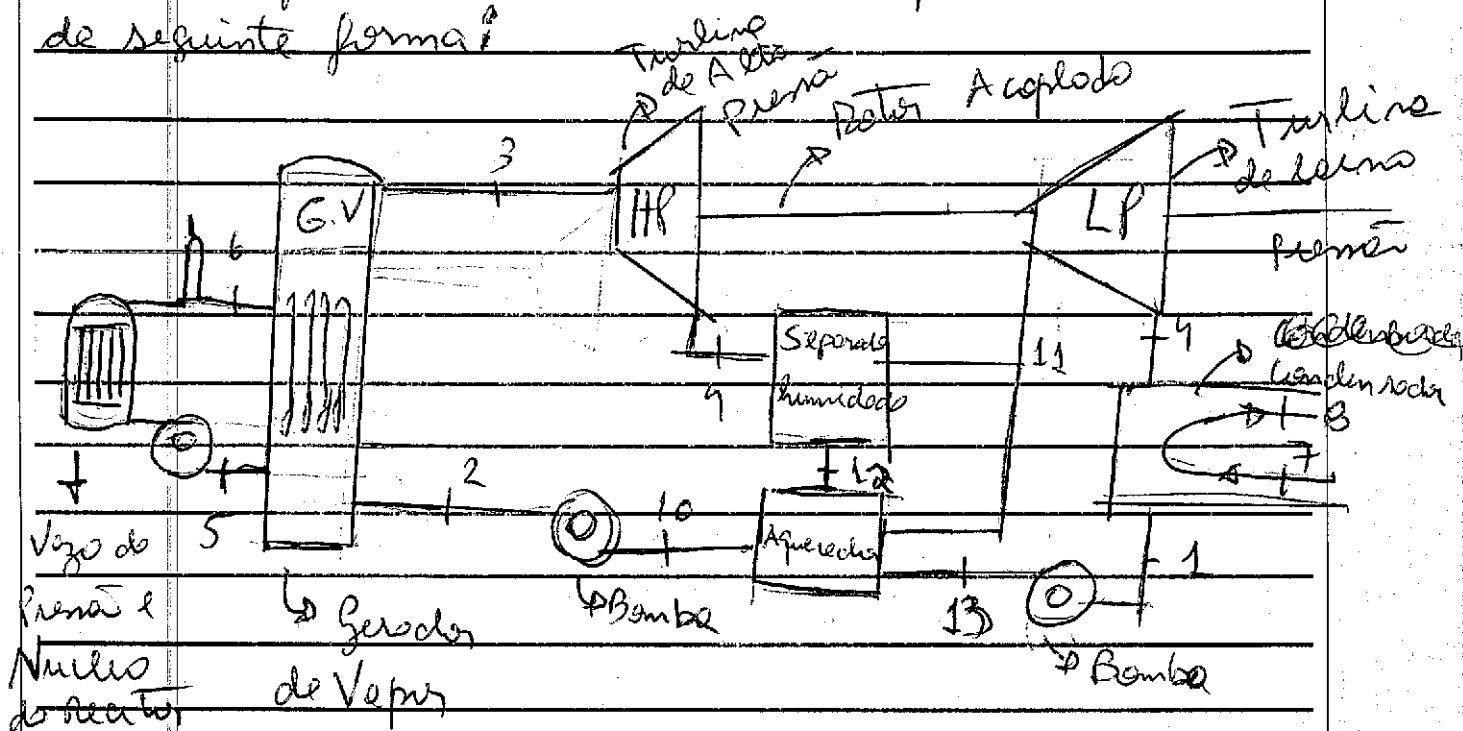
DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 1

Para essa questão, é usado como base o detalhamento termo-hidráulico de um reator gerador II, tipo Anglo 2.

O esquemático deste reator pode ser descrito de seguinte forma:



O diagrama T-S representado por este esquemático pode ser observado a seguir:

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

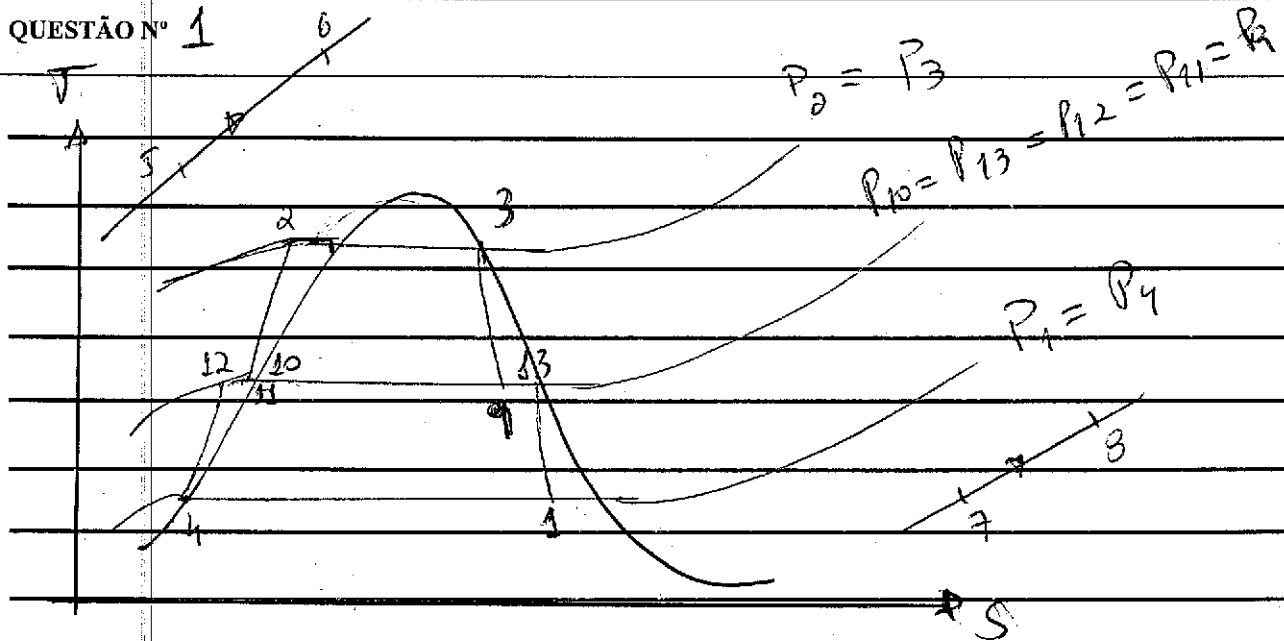
PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
 DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 1



Este é o modelo base que será usado representando
 uma central nuclear a ser analisada.

No núcleo do reator ocorrem reações controladas.
 As reações são de fissão. E nas reações geram calor.
 E ocorrem da seguinte forma que será descrita a
 seguir:

No projeto de um reator tipo de Amgria II (2),
 é utilizado urânio natural como com-
 bustível para geração de calor. O urânio natural
 usado é o ^{238}U e ^{235}U . Contudo, ^{235}U é
 encontrado com ~~uma~~ concentração de apenas 0,711%

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ


DATA: 02/12/2024

X Y 38

QUESTÃO Nº 1

de todo urânio natural encontrado na natureza. Logo, pensará por um processo de enriquecimento que elevará sua concentração e poderá ser utilizado como combustível.

A usina do Angra II ~~tem~~ gera uma potência elétrica de $\approx 1,3$ GWe por dia, com um enriquecimento próximo a 3,5% de ^{235}U e resto de ^{238}U .

Este combustível enriquecido é processado e formará pastilhas de cilindricas de tamanho $1\text{ cm}^2 \times 1\text{ cm}$ () e ~~serão então colocadas~~

serão então colocadas em verticais de liga de zircaloy que unidos formam um elemento combustível. Algumas literaturas informam que os tamanhos vão de 15×15 , 16×16 até 17×17 .

Os elementos combustíveis são agrupados de acordo com seu tempo de permanência no núcleo e distribuição de potência.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO N° 1

Antes de colocar os elementos combustíveis no núcleo, o tipo de pesquisa é inspeccionado. Os elementos são colocados de forma a ~~seguir um arranjo~~ ~~temporários~~ ~~tipos~~ (~~236~~ ~~236~~) de formas distribuídas onde elementos com enriquecimento menor fique nas extremidades do núcleo e elementos com enriquecimento maior fique na região central.

O núcleo é preenchido com água leve (H_2O). Mas, antes os elementos são inspeccionados via *shipping* (por exemplo).

Feito todos os checkings, uma fonte externa de nêutrons é colocada para verificar a reação em cadeia.

Os nêutrons que nascem de fissão são os nêutrons rápidos com tempo de surgimento de 10^{-17} s, ou seja, imediatamente ao evento de fissão. Esses nêutrons são moderados pela água leve (H_2O) existente no núcleo e poucos são perdidos por serem absorvidos pelos materiais existentes no núcleo ou por serem do núcleo sem ser refletidos. Perceba-se que o tamanho do núcleo e a quantidade de água

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 1

devem respeitar o ~~Balancing~~ Buckling Material (β_m) e o Buckling geométrico (BG) para manter a utilidade do núcleo.

Os nêutrons de pós de moderados, se tornam nêutrons térmicos (depois de alguns espalhamentos) e ao atingirem o ^{235}U (que é físsil) e o ^{238}U (que é fértil), causam a fissão do ^{235}U e transformam o ^{238}U para ^{239}Pu que é físsil e se fissionará com um nêutron térmico. Podendo, em alguns casos, ocorrer fissão também com nêutrons rápidos.

A fissão gera de 1 a 3 novos nêutrons. Esses nêutrons vão manter a reação em cadeia por gerar outros nêutrons. A utilidade deve ser mantida de acordo com a equação abaixo:

$$K = \frac{\text{número de nêutrons produzidos}}{\text{número de nêutrons absorvidos} + \text{fuga líquida de nêutrons}}$$

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
DATA: 02/12/2024

X Y 38

QUESTÃO Nº 1

Onde: $K = 1$ (sistema crítico) \rightarrow reação em cadeia
auto sustentada.

$K < 1$ (sistema subcrítico) \rightarrow precisa de
fonte externa

$K > 1$ (sistema supercrítico) \rightarrow independente
de fonte externa.

O número de nêutrons n é descrito pela equação

$$N(t) = N_0 e^{\left(\frac{t}{T}\right)} \quad \text{onde } t \text{ é o tempo e}$$
$$T \text{ é o período do reator: } T = \frac{K-1}{\lambda}$$

λ é o tempo de vida dos nêutrons.

Logo, a potência gerada (Potência Térmica
gerada) é equivalente ao número de nêutrons

$$P \propto N \quad t/T$$

$$\text{Portanto, } P = P_0 e$$

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

X Y 38

QUESTÃO N° 1

Vale ressaltar que, ao de finir seu calor e calor será do tipo pela potência térmica.

Entretanto, é importante ressaltar que, se fosse apenas controlar os nêutrons ~~de~~ rápidos e período do reator seria muito pequeno $T \approx 0,11$

e a potência seria $P = P_0 e^{\lambda t}$, o que seria impossível o controle do reator. É então observado

a importância dos nêutrons atrasados que tem um tempo de surgimento de $\lambda \approx 10^{-3}$ s, eles

são importantes para o controle efetivo do reator pois aumentam o T (período do reator) e controlam a potência (Ex: $P = P_0 e^{0,012 t}$ | controlado).

Esses nêutrons surgem dos percursoros, ou seja, dos fragmentos de fissão.

Portanto, o número de nêutrons está ligado ao fluxo de nêutrons pelo equação (relação)

$$\Phi \propto N \propto P_r$$

~~Φ~~

~~N~~

~~P_r~~

Φ (número de nêutrons),

cm^{-2}

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

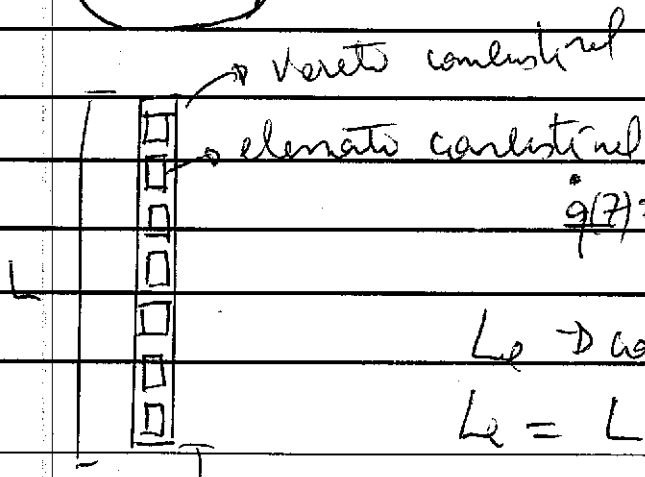
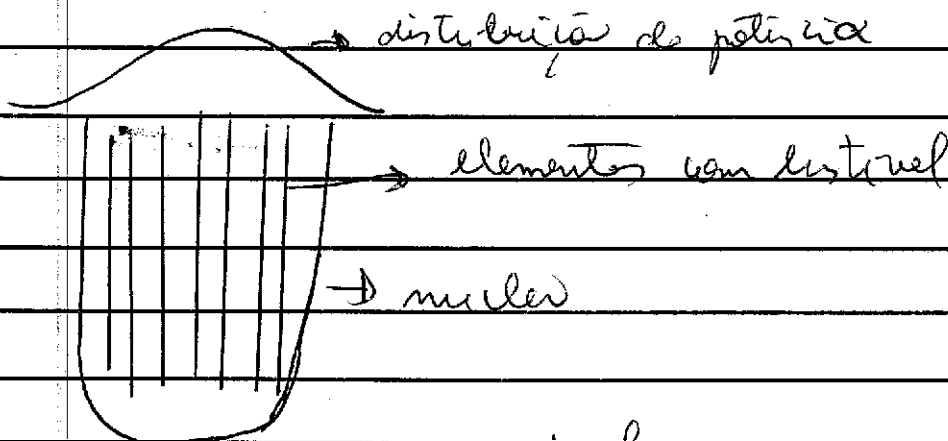
X Y 38

QUESTÃO N° 1

Logo, a potência / valor grande / termo fonte de calor é relacionada ao fluxo de nêutrons que é relacionada ao número de nêutrons que depende da criticidade.

Se o reator ~~está~~ estiver subcrítico a potência / termo fonte de calor cairá.

O valor grande segue uma distribuição senoidal nos núcleos. Como o seno de ângulo.



$$\phi(z) = \phi_0 \cos\left(\frac{\pi z}{L_e}\right)$$

L_e → comprimento efetivo

$$L_e = L + \delta L_e$$

δL_e

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

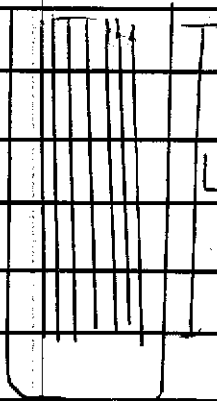
LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
 DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 1

O calor gerado / ~~fluxo de calor~~ \dot{Q} está
 este modo em função de calor ~~no vaso~~, Q_{gen} é
 volumétrica de calor e potência linear de calor
 pelas seguintes relações:

Dado um núcleo de resquite fuma.



L → Altura do elemento combustível

N_{va} → número de vasos combustíveis

N_{ec} → Número de elementos combustíveis

\dot{Q} → potência térmica gerada $\alpha \Phi$

D_{co} → Diâmetro externo do vaso combustível

R_{fo} → raio interno do pastilha combustível

combustível

S → Área do elemento combustível

w → ~~espessura~~ Tamanho do EC (Largura do EC)

δ → eficiência

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

Xy 38

QUESTÃO N° 1

A potência linear ~~de~~ no núcleo combustível é descrita pela seguinte equação:

$$\langle q' \rangle = \frac{\gamma \dot{Q}}{N_{va} \times N_{ec} \times L} \left[\frac{KW}{m} \right]$$

A geração volumétrica de calor é da seguinte forma:

$$q''' = \frac{\dot{Q}}{V_{nuclo}} \left[\frac{KW}{m^3} \right]$$

Se o fluxo de calor é estimado pela seguinte equação:

$$\langle q'' \rangle = \frac{\gamma \dot{Q}}{N_{va} \times N_{ec} \times \pi D_{co} L} \left[\frac{KW}{m^2} \right]$$

Os fatores de peso local, Anial e radial associam os melhores valores encontrados em determinado ponto do núcleo: (Ponial, Peonial, Procial), descritos na equação:

$$\langle q' \rangle = \frac{\gamma \dot{Q} \times P_{local} \times P_{onial} \times P_{rocial}}{N_{va} \times N_{ec} \times L} \left[\frac{KW}{m} \right]$$

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

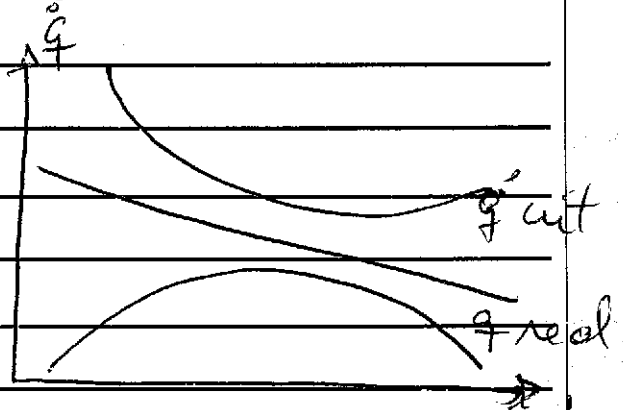
LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
 DATA: 02/12/2024

X Y 38

QUESTÃO Nº 1

Observa-se que deve-se ter em mente que o flama de color deve ficar afeto do de flama de color crítico, um modelo é um do chamado de DNBR

$$DNBR = \frac{\dot{q}_{crit}}{\dot{q}_{real}} \geq 1,3$$

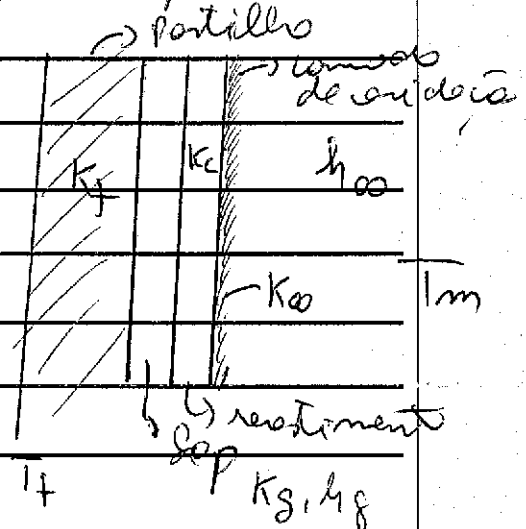


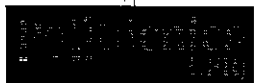
Um flama de color alto pode comprometer a integridade do núcleo.

Para uma vareta cilíndrica a distribuição de temperatura, segundo a equação de Fourier fica de seguinte forma:

Eq. Fourier estacionária:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(k r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \dot{q}'''$$





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NUCLEAR
EDITAL Nº 54/2024 - VAGA MC-211

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
DATA: 02/12/2024

X Y 3 8

QUESTÃO Nº 1

$$\bar{T}_f - T_m = \frac{q'}{2\pi} \left[\frac{1}{2k_f} + \frac{1}{hR} + \frac{1}{k_e} \ln\left(\frac{R_{co}}{R_{ci}}\right) + \frac{1}{k_{co}S_o} + \frac{1}{h_{co}R_o} \right]$$

A equação acima descreve a equação de diferenças de temperaturas entre a parede condutiva e o fluido de refrigeração.

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

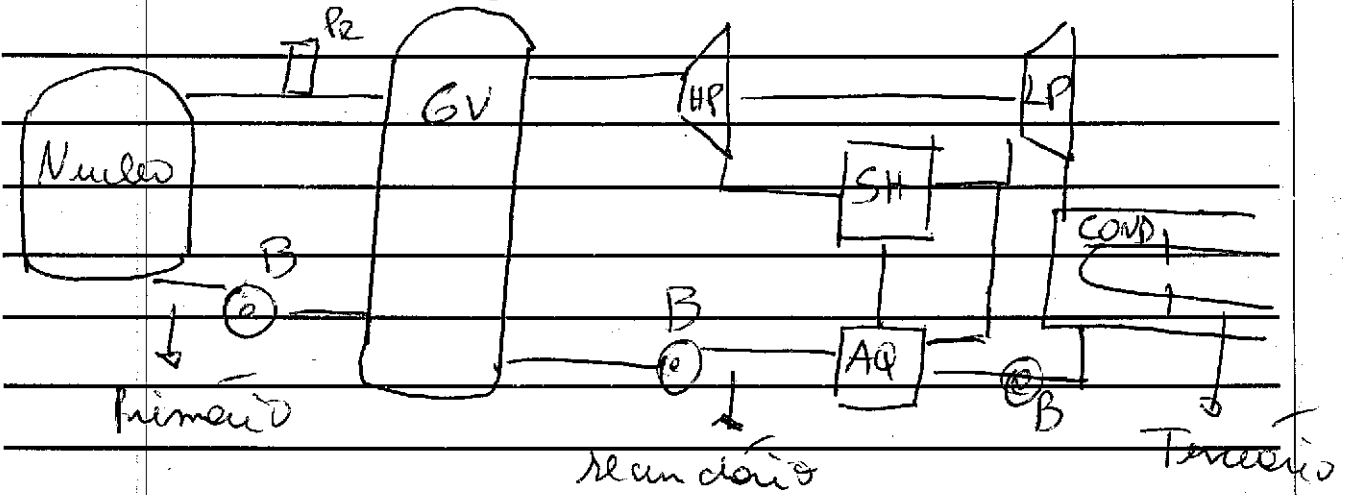
DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO N° 2

Para esse questão use-se como base o esquema de de um reator de água 2 utilizado no questão 1.

Para o PWR gerador 2 tipo Água 2, há 3 sistemas, como descritos ~~descrevo~~ abaixo:



• Sistema 1 relativo do primário → Sistema pressurizado a $P \approx 15 \text{ MPa}$, temperatura de entrada na perna fria de $T \approx 298^\circ\text{C}$ e saída na perna quente de $T \approx 328^\circ\text{C}$. Neste sistema o fluido tem de se manter no estado líquido. Bolhas e vapores podem afetar o reator do estado crítico. O sistema é responsável por tirar o calor gerado pelo núcleo (parte deste calor) e através do GV;

* Ciclo não desenhado no pag 17.

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
 DATA: 02/12/2024

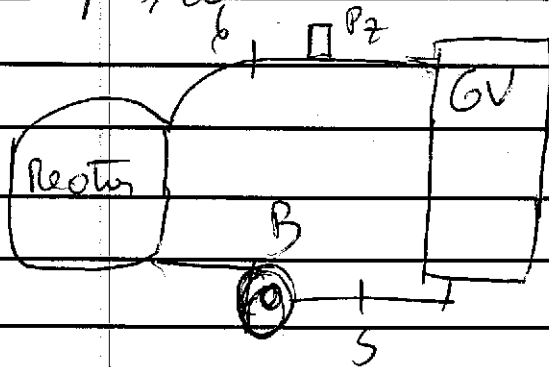
XY 38

QUESTÃO Nº 2

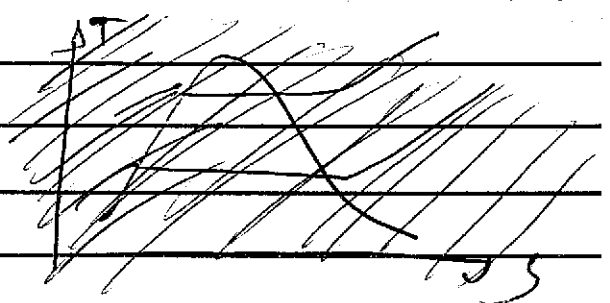
para o secundário. Os componentes que fazem parte deste sistema são: Vaso de mena, sistemas de canalização, Pressurizadores, Bombas e GV.

Além de outros equipamentos como detectores de neutrons INCORE e OUTCORE e Termopares.

O ciclo associado a ele é o ciclo ~~de bombeamento~~ ~~simples~~, como esse do abaixo:



Este ciclo não tem a turbina!!!



O fluido do primário não entra em contato com o fluido do secundário.

* Componentes não descritos na página 15

• Sistema Secundário → Sistema com mena mena e onde se encontra fluido de trabalho com mudança de fase. Neste sistema a fase líquida

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 2

entra nas bombas e a fase gera o giro as paletas das turbinas. Tem pressões e temperaturas menores que o primário. Os principais componentes são: Turbinas de alta e baixa pressões, bombas, separador de umidade, GV, Aquecedor e condensador.

• Gerador de Vapor (GV) → Transferidor de calor usado para transferir calor do primário para o secundário.

(B) e bombas → Aumentam a vazão e a pressão do fluido de trabalho e a temperatura do fluido de trabalho.

• Separador de umidade (SH) → Separa vapor e líquido do fluido de trabalho.

• Aquecedor (AQ) → Aquece o fluido de trabalho antes de entrar na bomba para aumentar a temperatura e entalpia.

• Turbinas (HLP) → Transforma o ~~trabalho~~ trabalho mecânico realizado pelo fluido de trabalho ao girar a turbina em força eletromotriz que vai para o gerador e transforma em energia elétrica.

• Condensador (Cond) → Retira calor do fluido de

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 2

trabalho e transfe ao terciário (forma de dístico de espera o circuito do condensador, muito, letes-tes apenas uma primário e secundário).

o sistema terciário → sistema que pega água do mar ou de uma torre de resfriamento e troca calor ~~com~~ no condensador com o sistema secundário. Os principais componentes são as bombas de circulação de água e o condensador.

* Componentes do primário:

o Gerador de Vapor (GV): Troca calor entre o sistema de resfriamento e o sistema do secundário;

o ~~Reator~~ Núcleo (Reator): Componente formado pelos elementos combustíveis, Vozes de pressão, Termopares, detectores IN CORE e OUT CORE, Barras de controle, Tubos guias, Grades espaçadoras e Bocais. Responsável por gerar calor.

o Bombas: Aquecem o fluido, aumentam a vazão e a pressão.

o Pressurizadores (PE) → Aumentam a pressão ou mantêm a pressão no sistema.

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

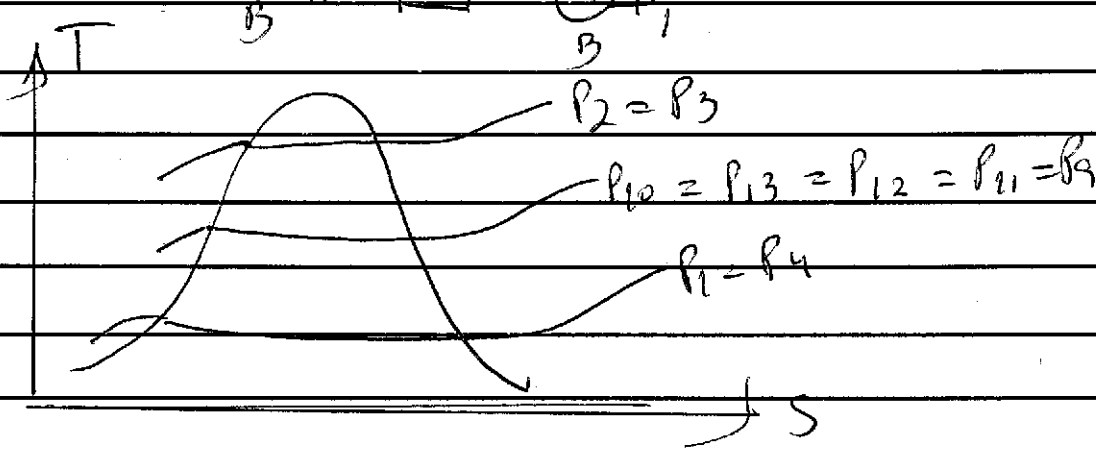
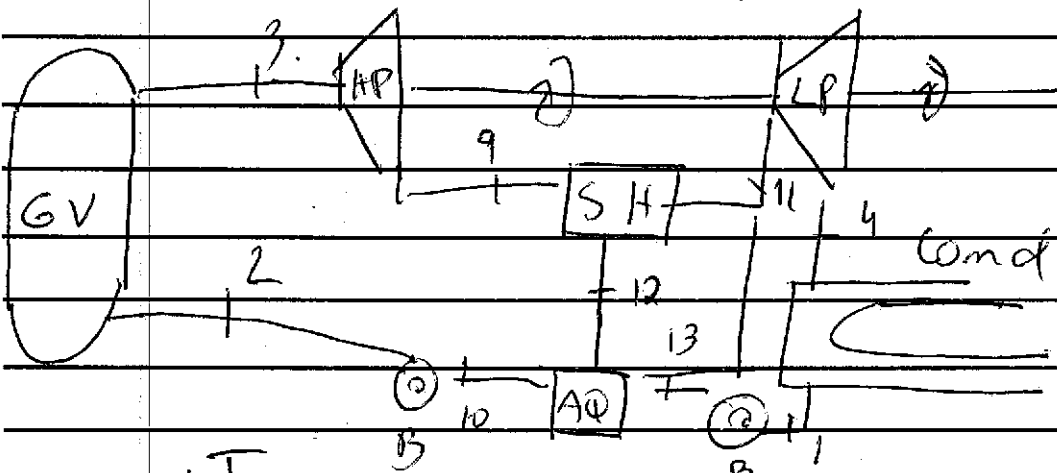
LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

XY 38

QUESTÃO Nº 2

* O ciclo termodinâmico associado do sistema secundário, segue um Rankine completo, descreva abaixo:



O rendimento típico de uma central nuclear com o ciclo Rankine completo é de $\approx 35\%$. É possível ser escrito de seguinte forma baseado no sistema secundário:

CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

Xy 38

QUESTÃO N° 2

$$\eta_T = \frac{W_{liq}}{\dot{Q}_{gerado}}$$

onde: W_{liq} : trabalho líquido realizado pelas turbinas menos os trabalhos líquidos realizados pelas bombas.

\dot{Q}_{gerado} : calor gerado no G.V.

$$W_{liq} = W_{THP} + W_{TLP} - W_B$$

$$W_{THP} = \dot{m}(h_3 - h_4) \quad [kW/kg]$$

$$W_{TLP} = \dot{m}_f (h_1 - h_2) \quad [kW/kg]$$

$h \rightarrow$ entalpia

$f \rightarrow$ fração de fluido ~~de~~

$\dot{m}_v \rightarrow$ massa de vapor

$\dot{m} \rightarrow$ massa total de fluido = $\dot{m}_v + \dot{m}_l$

$\dot{m}_l \rightarrow$ massa de líquido

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

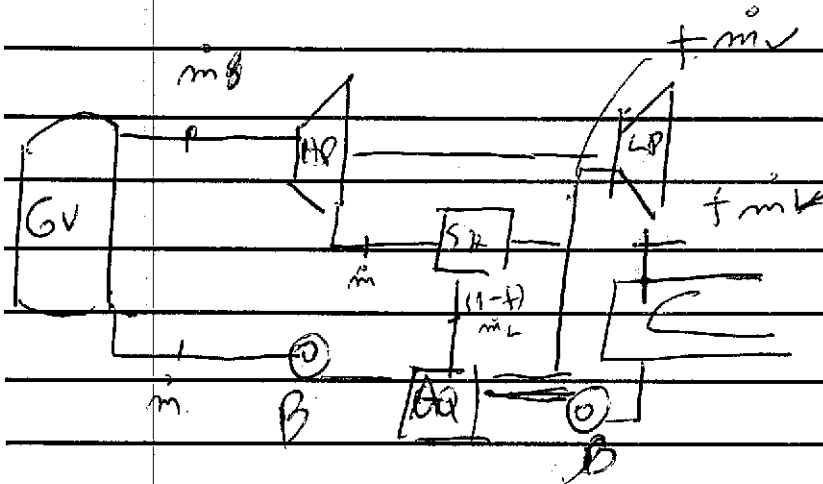
CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

Xy 30

QUESTÃO Nº 2



$$W_{B1} = f_m^o (h_{13} - h_{11})$$

$$W_{B2} = \dot{m} (h_2 - h_{10})$$

Nos BWRs o calor gerado no núcleo vai direto para as turbinas. Tabela com pressões menores, logo, é mais barato que o PWR. A eficiência térmica é um pouco menor que o PWR. As estruturas sofrem menos esforços mecânicos devido a menores pressões, contudo, o resfriamento de material radiativo contamina diretamente a turbina.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

X y 38

QUESTÃO Nº 3

No sistema termo-hidráulico de central nuclear, a análise hidrodinâmica do fluido é feita para estimar a transferência de calor, se o fluido está turbulento ou laminar ou ~~isto~~ entre fases. Equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia dentro do volume de controle governam o modelo físico do fluido, como descrito acima sem mudanças de fase e em estado estacionário.

• Equações de conservação de massa:

$$\iint_A \rho dA + \iint_A \rho v dA = 0$$

A quantidade de massa que entra no volume de controle, sai do volume de controle.

O movimento do fluido é o mesmo entrando e saindo de um determinado sistema.

Portanto,

$$\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{sai}}$$

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ
 DATA: 02/12/2024

Xy 38

QUESTÃO N° 3

Equação de Quantidade de Movimento linear.

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_A \rho v \, dA + \frac{\partial}{\partial t} \int_A \rho v^2 \, dA = - \int_A \frac{dP}{dt} \, dA - \int_{P_w} Z_w \, dP - \int_A \rho g \cos \theta \, dA$$

Logo,

$$\int_A \frac{dP}{dt} \, dA = - \int_{P_w} Z_w \, dP - \int_A \rho g \cos \theta \, dA$$

A variação de pressão no fluido impõe momento que depende do tensor de cisalhamento e das propriedades físicas do mesmo.

A perda de carga pode afetar de forma significativa a taxa de calor em alguns componentes do sistema.

A rugosidade dos tubulões e dos vasos contribuem para causar tensões cisalhantes e aparecimento de bolhas.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO
 CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

Xy 38

QUESTÃO N° 3

Equação de conservação de Energia

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_A \rho u dA + \frac{\partial}{\partial t} \int_A \rho h v dA = q_1 + \int_A q_1'' dA$$

A é uma superfície no elemento de controle ou volume de controle e transfere ao sistema pelo movimento do fluido.

O movimento é descrito por Navier - Stokes:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \nabla u = -\frac{dp}{\rho} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 u$$

Para o caso em que $\nabla u = 0$

$$-\frac{dp}{\rho} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 u = 0$$

$$-dp + \mu \nabla^2 u = 0$$

→ Verifica de novo

U será função de $\left(\frac{dp}{dz}\right) \approx U(z)$.



CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO EFETIVO DE VAGAS NO CARGO DE PROFESSOR DA CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO

CANDIDATO

LOCAL: SALA 105 - BLOCO H - ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ

DATA: 02/12/2024

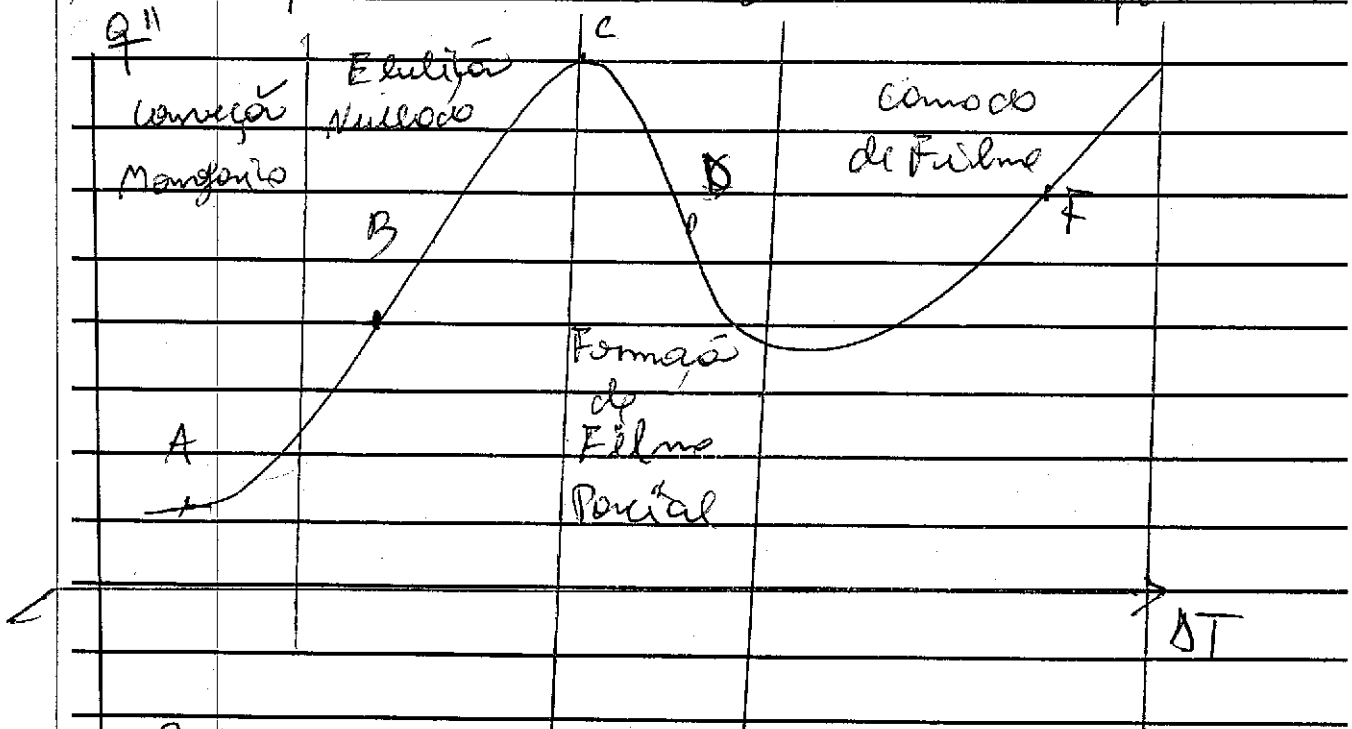
X y 38

QUESTÃO Nº 3

No caso de um fluido turbulento Reynolds pode ser expresso!

$Re = 0,023 N^{0,8} \rho^{0,3}$, e suas variações.

A turbulência aumenta a transferência de calor, seu resultado é maior eficiência. No gráfico abaixo é representado o ponto de "Burnet" onde há maior eficiência.



Ponto C é onde ocorre a maior eficiência, contudo próximo a esse ponto pode ocorrer a formação de filme e conseqüentemente redução na transferência de calor.