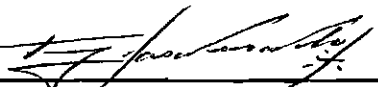



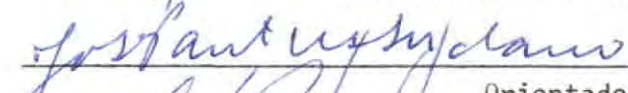
1. Classificação <i>INPE-COM.1/TPT</i> <i>CDU: 536-46:537.84:534-13</i>	2. Período	4. Critério de Distribuição:  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>Instabilidade</i> <i>Combustão</i> <i>Magnetohidrodinâmica</i> <i>Acústica</i>		
5. Relatório nº <i>INPE-838-TPT/023</i>	6. Data <i>fevereiro 1976</i>	7. Revisado por - <i>Jose Pantuso Sudano</i>
8. Título e Sub-Título <i>Instabilidade de Combustão em Gases Fracamente Ionizados não Adiabáticos na Presença de um Campo Magnético.</i>		9. Autorizado por - <i>Fernando de Mendonça</i> Diretor
10. Setor <i>CEA/SEG</i>	Código <i>414</i>	11. Nº de cópias <i>10</i>
12. Autoria <i>Darcy das Neves Nobre</i>		14. Nº de páginas <i>70</i>
13. Assinatura Responsável 		15. Preço <i>\$ 86,00</i>
16. Sumário/Notas  <i>Estudam-se as instabilidades acústicas em gás fracamente ionizados, não adiabático, na presença de campo magnético externa e perpendicularmente imposto a direção de propagação da perturbação. Conclui-se que as amplitudes das instabilidades (periódica e não periódica) devidas a flutuações da fonte térmica são variáveis com a intensidade de campo magnético. Outrossim, mostra-se que o critério usado por Glushkov e Kareev para a geração de vibrações acústicas é condição limite do presente problema.</i>		
17. Observações <i>Em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciência Espacial e da Atmosfera.</i>		

Aprovada pela Banca Examinadora  
em cumprimento dos requisitos exigidos  
para a obtenção do Título de Mestre em  
Ciência Espacial e da Atmosfera

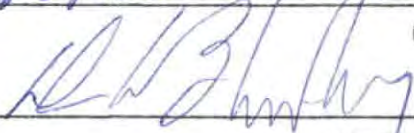
Dr. Ralf Gielow

  
\_\_\_\_\_  
Presidente da Banca

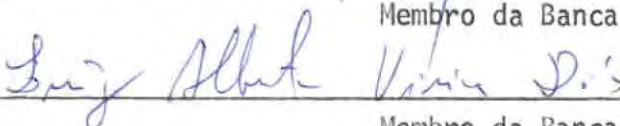
Dr. José Pantuso Sudano

  
\_\_\_\_\_  
Orientador

Dr. Demétrio Bastos Netto

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca

Dr. Luiz Alberto Vieira Dias

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca

Darcy das Neves Nobre

  
\_\_\_\_\_  
Candidato

São José dos Campos, 04 de fevereiro de 1976

*A imaginação é mais importante que o conhecimento.*

*-- Einstein --*

*A minha esposa*

*Janice M.A. Nobre*

*e meus filhos*

*Karla A. Nobre*

*Julio Cesar A. Nobre*

## ÍNDICE

	Pag.
ABSTRACT .....	<i>ix</i>
LISTA DE CONSTANTES FÍSICAS .....	<i>x</i>
LISTA DE SÍMBOLOS .....	<i>xi</i>
LISTA DE FIGURAS .....	<i>xviii</i>
LISTA DE TABELAS .....	<i>xix</i>
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO II - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA .....	3
2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
2.2 - INSTABILIDADE EM GÁS IONIZADO, NÃO ADIABÁTICO, NA PRESENÇA DE CAMPO MAGNÉTICO .....	4
CAPÍTULO III - SOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	9
3.1 - DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES DETERMINANTES DO PROBLEMA .....	9
3.2 - CÁLCULO DA ESTABILIDADE PARA A SOLUÇÃO PERIÓDICA .....	23
3.3 - CÁLCULO DA ESTABILIDADE PARA A SOLUÇÃO NÃO PERIÓDICA .....	23
3.4 - RELAÇÃO ENTRE AS ESTABILIDADES PERIÓDICA E NÃO PERIÓDICA ....	24
CAPÍTULO IV - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	27
4.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A DIMENSÃO CARACTERÍSTICA DO SISTEMA ....	27
4.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A AMPLITUDE E OS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE DAS PERTURBAÇÕES .....	30
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....	33

### ABSTRACT

*Acoustic instability in ionized nonadiabatic gas in which a magnetic field has been imposed normal to the direction of propagation of the disturbance is studied. It is shown that the amplitudes of the instability (periodic and aperiodic) due to thermal sources fluctuations vary with the applied magnetic field strength. Also, it is shown that the criterium developed by Glushkov and Kareev for the generation of acoustic vibrations is a limit condition for this problem.*

LISTA DE CONSTANTES FÍSICAS

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Valor Experimental	Unidade Utilizada
c	velocidade da luz	$LT^{-1}$	$2,99793 \times 10^8$	metro/seg
e	carga do elétron	Q	$1,6021 \times 10^{-19}$	coulomb
k	constante de Boltzmann	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$	$1,38047 \times 10^{-23}$	joule/ $^{\circ}K$
$m_e$	massa do elétron	M	$9,1083 \times 10^{-31}$	quilograma
R	constante universal dos gases	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$	8,32	joule/ (mol x $^{\circ}K$ )
$\mu_0$	permeabilidade do vácuo	$MLQ^{-2}$	$4\pi \times 10^{-7}$	coul <sup>2</sup> / newton x metro
$\tau$	constante de Stephan-Boltzmann	$MT^{-3}\theta^{-4}$	$5,67 \times 10^{-8}$	joule/seg. $m^2 \cdot ^{\circ}K^4$

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
A, $\gamma$	razão entre frequências magnetosônicas		
a	velocidade magnetosônica	$LT^{-1}$	metro/seg
$a_s$	velocidade (isentrópica) do som	$LT^{-1}$	metro/seg
$\vec{B}$	indução magnética	$MT^{-1}Q^{-1}$	weber/m <sup>2</sup>
b	velocidade de Alfvén	$LT^{-1}$	metro/seg
$C_p$	calor específico a pressão constante	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	joule/Kg. <sup>o</sup> K
$C_v$	calor específico a volume constante	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	joule/Kg. <sup>o</sup> K
D	comprimento de Debye	L	metro
d	dimensão característica da célula de combustão	L	metro
$\vec{E}$	intensidade de campo elétrico	$MLT^{-2}Q^{-1}$	newton/coulomb
$\langle F_c \rangle$	frequência média de colisão	$T^{-1}$	hertz



Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$F_{ei}$	frequência efetiva de colisão	$T^{-1}$	hertz
$F_{en}$	frequência de colisão elétron-neutro	$T^{-1}$	hertz
$f_a$	frequência acústica	$T^{-1}$	hertz
$\vec{J}$	densidade de corrente elétrica	$L^2T^{-1}Q$	ampère/m <sup>2</sup>
$\vec{K}$	vetor de onda magnetosônica	$L^{-1}$	metro <sup>-1</sup>
$\vec{K}_s$	vetor de onda acústica	$L^{-1}$	metro <sup>-1</sup>
$\ell$	livre caminho médio	L	metro
$\ell_i$	livre caminho médio coulombiano	L	metro
M	massa média molecular do gás	M	Kg/Kmol
$M_i$	massa média molecular dos íons	M	Kg/Kmol
m	massa média do gás	M	quilograma

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$m_i$	massa média dos ions	M	quilograma
$m_n$	massa média dos átomos neutros	M	quilograma
N	concentração total de partículas	$L^{-3}$	partículas/m <sup>3</sup>
$N_e$	concentração dos elétrons	$L^{-3}$	elétrons/m <sup>3</sup>
$N_i$	concentração dos ions	$L^{-3}$	ions/m <sup>3</sup>
$N_n$	concentração de moléculas neutras	$L^{-3}$	moléculas/m <sup>3</sup>
P	pressão hidrostática	$ML^{-1}T^{-2}$	newton/m <sup>2</sup>
Q	quantidade de calor por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m <sup>2</sup>
$q_c$	fonte de calor por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m <sup>3</sup>
$q_\kappa$	calor de radiação por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m <sup>3</sup>
$r$	vetor posição	L	metro

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$\langle S_n \rangle$	secção reta média de colisão	$L^2$	metro <sup>2</sup>
$S_i$	secção reta efetiva de colisão	$L^2$	metro <sup>2</sup>
$S_s$	secção reta de colisão elétron-neutro $S$	$L^2$	metro <sup>2</sup>
$T$	temperatura absoluta do gás	$\theta$	graus Kelvin
$T_e$	temperatura absoluta dos elétrons	$\theta$	graus Kelvin
$T_i$	temperatura absoluta dos ions	$\theta$	graus Kelvin
$u$	velocidade de propagação da perturbação	$LT^{-1}$	metro/seg
$\dot{v}$	velocidade magnetohidrodinâmica de propagação da perturbação	$LT^{-1}$	metro/seg
$v_T$	velocidade térmica	$LT^{-1}$	metro/seg

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$\langle v \rangle$	velocidade média das moléculas	$LT^{-1}$	metro/seg
$\langle v_e \rangle$	velocidade média dos elétrons	$LT^{-1}$	metro/seg
$\langle v_i \rangle$	velocidade média dos íons	$LT^{-1}$	metro/seg
$w$	frequência angular da onda magnetosônica	$T^{-1}$	radianos/seg
$w_s$	frequência angular da onda acústica	$T^{-1}$	radianos/seg
$\alpha$	permeabilidade relativa do meio		
$\delta$	espessura da camada de gás	L	metro
$\epsilon$	emissividade do corpo cinza		
$\eta$	primeiro coeficiente de viscosidade	$MT^{-1}L^{-1}$	Kg/(seg x m)
$\eta_{  }$	coeficiente de viscosidade paralela ao campo magnético	$MT^{-1}L^{-1}$	Kg/(seg x m)

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$\eta_{\perp}$	coeficiente de viscosidade perpendicular ao campo magnético	$MT^{-1}L^{-1}$	Kg/(seg x m)
$\gamma$	coeficiente adiabático		
$\kappa$	condutibilidade térmica	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$ )
$\kappa_{\parallel}$	condutibilidade térmica paralela ao campo magnético	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$ )
$\kappa_{\perp}$	condutibilidade térmica perpendicular ao campo magnético	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$ )
$\xi, \alpha$	razão entre frequências acústicas		
$\Lambda$	parâmetros de Coulomb		
$\lambda$	comprimento de onda magnetosônica	L	metro
$\lambda_s$	comprimento de onda acústica	L	metro
$\nu$	viscosidade cinética	$L^2T^{-1}$	m <sup>2</sup> /seg
$\Omega$	coeficiente cinético		

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$\rho$	massa específica	$ML^{-3}$	$Kg/m^3$
$\sigma$	condutividade elétrica	$M^{-1}L^{-3}TQ^2$	mho/m
$\sigma_{\parallel}$	condutividade elétrica paralela ao campo magnético	$M^{-1}L^{-3}TQ^2$	mho/m
$\sigma_{\perp}$	condutividade elétrica perpendicular ao campo magnético	$M^{-1}L^{-3}TQ^2$	mho/m
ÍNDICES			
B	campo magnético		
c	fonte térmica		
$\kappa$	radiação térmica		
T	condução térmica		
v	viscosidade		

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. III.1 - Relação qualitativa entre $y_i$ e $\xi_c$ para a solução periódica .....	25
Fig. III.2 - Relação qualitativa entre $y_i$ e $\xi_c$ para a solução não periódica .....	26
Fig. B.1 - Relação qualitativa entre $x_i$ e $\xi_c$ .....	B.7
Fig. B.2 - Dimensão característica da célula de combustão em função da massa molecular .....	B.8
Fig. B.3 - Dimensão característica da célula de combustão em função da pressão .....	B.9
Fig. C.1 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio como "seed" para coeficiente cinético 1,0 .....	C.4
Fig. C.2 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio como "seed" para coeficiente cinético 3,325 .....	C.5
Fig. C.3 - Fluxograma operacional .....	C.6

## LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela C.1 - Colisão elétron-átomo neutro .....	C.7
Tabela C.2 - Níveis atômicos para Argônio e Césio .....	C.8
Tabela C.3 - Erro percentual entre a condutividade elétrica apresentada por Kunkel e a calculada neste trabalho .....	C.9



## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

A determinação de instabilidade em sistema de combustão convencionais é problema atual de interesse profundo, nas áreas da Engenharia e da Ciência que lidam não apenas com o projeto e desenvolvimento de motores novos, poderosos, sofisticados, mas também com o controle da poluição causada por exatamente aqueles itens da moderna tecnologia.

Igualmente importante e atual é o conhecimento e controle das instabilidades verificadas nos sistemas ionizados em elevadas temperaturas e na presença de campo magnético. Grande parte da Física dos Plasmas é dedicada ao estudo das condições que podem conduzir o sistema a este ou aquele tipo de instabilidade (IAEA, 1965).

O advento dos sistemas Magnetohidrodinâmicos para Geração de Eletricidade e para Propulsão, sugere sem dúvida uma composição dos interesses descritos nos dois parágrafos acima. Isto porque neles os gases de combustão convencional são apropriadamente predispostos à ionização ("Seeding").

Parece pois pertinente o presente trabalho, que trata da instabilidade de combustão em gás fracamente ionizado, não adiabático, na presença de campo magnético.

## CAPÍTULO II

### DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

#### 2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho trata da tentativa de extensão do problema de determinação e análise das instabilidades de combustão em gases neutros, para gases fracamente ionizados, não adiabáticos, na presença de campo magnético.

Os aspectos para o caso de gases neutros, foram inicialmente estudados por Lord Rayleigh (apud Glushkov e Kareev, 1970), que não considerou entretanto a presença de processos dissipativos. Tais fatores, incluídos por Glushkov e Kareev (1970), mostraram que o critério utilizado por Rayleigh para impor a geração de vibrações acústicas no gás era de fato condição necessária, mas não suficiente. Indo mais adiante, Glushkov e Kareev determinaram a condição de suficiência e as dimensões características de uma célula de combustão irregular, para que houvesse estabilidade em um gás neutro não adiabático (Apêndice B).

No desenvolvimento deste trabalho determina-se primeiramente a influência de um campo magnético externa e perpendicularmente aplicado à direção de propagação de perturbações nos critérios de Rayleigh e de Glushkov-Kareev.

Considera-se aqui um sistema gasoso, fracamente ionizado onde existem viscosidade, condução e radiação térmica.

Tais perturbações geralmente vistas como acréscimos de pressão e de massa específica, são normalmente geradas por oscilações de fontes térmicas que se originam no sistema, devido a processos irregulares de combustão. Tal influência pode ter importância em sistemas que envolvam "Seeding".

A seguir verifica-se a influência do campo magnético imposto nas dimensões características de uma célula de combustão para que o sistema seja absolutamente estável e que certamente poderá ser útil no dimensionamento de câmaras de teste no Laboratório de Combustão do Instituto de Pesquisas Espaciais.

A técnica utilizada no desenvolvimento matemático do problema é aquela desenvolvida por Glushkov e Kareev (1970), acrescentando-se em tratamento os termos eletromagnéticos apropriados.

## 2.2 - INSTABILIDADE EM GÁS IONIZADO, NÃO ADIABÁTICO, NA PRESENÇA DE CAMPO MAGNÉTICO

Considere-se um volume formado por gases monatômicos, na presença de "Seed", contendo fonte térmica em seu interior e tendo externamente um campo magnético imposto. Se por um motivo qualquer a fonte de

calor oscilar (como no caso da combustão de uma pequena quantidade heterogênea de mistura dentro do volume de gás) surgirá no sistema gasoso um pulso de pressão, perturbando-o.

Com isto formar-se-á uma camada de espessura  $\delta$ , com uma densidade de massa diferente da massa específica do sistema, que será propagada com uma certa velocidade.

Assumindo-se as aproximações da magnetohidrodinâmica e utilizando-se os momentos de ordem zero, um e dois da equação de Boltzmann, ou seja, as equações de conservação de massa, de quantidade de movimento e de energia, além das de Maxwell e de estado, ter-se-á então um sistema de equações como abaixo descrito (\*):

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \frac{\partial v_K}{\partial x_K} = 0$$

$$\rho \frac{Dv_i}{Dt} + \frac{\partial}{\partial x_K} \left( P + \frac{B^2}{2\alpha\mu_0} \right) \delta_{iK} - \frac{\partial}{\partial x_K} \frac{B_i B_K}{\alpha\mu_0} -$$

$$\frac{4}{3} \eta \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\partial v_K}{\partial x_K} \right) + \eta \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_K}{\partial x_j} \right) - \eta \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_j}{\partial x_K} \right) = 0$$

---

\* Onde  $D/Dt = \partial/\partial t + v_i \partial/\partial x_i$  e onde a notação de Einstein é utilizada.

$$P - \frac{k}{M} \rho T = 0$$

$$\frac{DP}{Dt} - a_s^2 \frac{D\rho}{Dt} - (\gamma-1) \left[ q_c + \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial T}{\partial x_K} \right) - \right.$$

$$\frac{\epsilon T}{\delta} T^4 - \sigma^2 \left( \epsilon_{ijk} v_j B_k \right)^2 + \frac{4}{3} n v_i \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{\partial v_K}{\partial x_K} \right) +$$

$$\left. n v_i \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_K}{\partial x_i} \right) - n v_i \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_K} \right) \right] = 0$$

$$\frac{\partial B_i}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x_K} \left( v_i B_K - v_K B_i \right) - \frac{1}{\alpha \mu_0 \sigma} \left( \frac{\partial B_i}{\partial x_K} - \frac{\partial B_K}{\partial x_i} \right) = 0$$

Considere-se o gás como um sistema estacionário ao qual é imposto uma perturbação. Assim, em geral, poder-se-á escrever para quaisquer tensores representativos de variáveis daquele sistema,

$$A_{ij} = \overline{A_{ij}} + A_{ij}^?$$

onde  $\overline{A_{ij}}$  é o valor de equilíbrio e  $A_{ij}^?$  a perturbação  $\left[ |A_{ij}^?| \ll |A_{ij}| \right]$ .

Desprezando-se os termos de ordem superior a um e considerando-se os termos de ordem zero independentes do espaço e do tempo, obter-se-á

o seguinte sistema de equações de ordem um, para as instabilidades do gás ionizado, não adiabático, na presença de campo magnético (Anderson, 1963),  
(\*)

$$\frac{\partial \rho'}{\partial t} = -\rho \frac{\partial v_K'}{\partial x_K}$$

$$\frac{\partial v_i'}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{p'}{\rho} \right) + \frac{B_K}{\alpha \mu_0 \rho} \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial B_K'}{\partial x_i} - \frac{\partial B_i'}{\partial x_K} \right) -$$

$$\frac{4}{3} \nu \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{\partial v_K'}{\partial x_K} \right) + \nu \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_K'}{\partial x_j} \right) - \nu \frac{\partial}{\partial x_K} \left( \frac{\partial v_i'}{\partial x_K} \right) = 0$$

Sendo  $\nu = \frac{\eta}{\rho}$  (viscosidade cinemática)

$$\frac{p'}{p} = \frac{\rho'}{\rho} + \frac{T'}{T}$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} - a_s^2 \frac{\partial \rho'}{\partial t} - (\gamma - 1) \left( q_c' + \kappa \frac{\partial^2 T'}{\partial x_K^2} - 4 \frac{\epsilon T}{\delta} T' \right) = 0$$

\* Onde, por facilidade de impressão não mais são colocadas barras sobre os valores de equilíbrio.

$$q_c' = \left[ \frac{\partial q_c}{\partial P} \right]_{\rho} p' + \left[ \frac{\partial q_c}{\partial \rho} \right]_{P} \rho'$$

$$\frac{\partial B_i'}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_K} \left[ B_i' v_K' - B_K' v_i' \right] - \frac{1}{\alpha \mu_0 \sigma} \frac{\partial}{\partial x_K} \left[ \frac{\partial B_i'}{\partial x_K} - \frac{\partial B_K'}{\partial x_i} \right] = 0$$

## CAPÍTULO III

### SOLUÇÃO DO PROBLEMA

#### 3.1 - DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES DETERMINANTES DO PROBLEMA

Considerando-se as perturbações proporcionais a  $\text{Exp}[i\vec{k}\cdot\vec{x} - i\omega t]$ , tem-se que  $\frac{\partial}{\partial t} = -i\omega$  e  $\frac{\partial}{\partial x_j} = iK_j$  (Braginskii, 1965).

Assim as equações do parágrafo (2.3) ficam:

$$w\rho' = \rho K_K v_K' \quad (\text{III.1})$$

$$wv_i' - K_i \frac{P'}{\rho} - \frac{B_K}{\alpha\mu_0\rho} \left( K_i B_K' - K_K B_i' \right) + iK_j K_K \frac{4}{3} v v_K' -$$

$$iK_j K_i v v_j' + iK^2 v v_i' = 0 \quad (\text{III.2})$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\rho'}{\rho} + \frac{T'}{T} \quad (\text{III.3})$$

$$wP' - a_s^2 w\rho' - i(\gamma-1) \left( q_c' - \kappa K^2 T' - 4q_\kappa \frac{T'}{T} \right) = 0 \quad (\text{III.4})$$



$$q_c' = \left[ \frac{\partial q_c}{\partial P} \right]_{\rho} p' + \left[ \frac{\partial q_c}{\partial \rho} \right]_{P} \rho' \quad (\text{III.5})$$

$$wB_i' - K_K \left[ B_i v_K' - B_K v_i' \right] + i \frac{K_K}{\alpha \mu_0 \sigma} \left[ K_K B_i' - K_i B_K' \right] = 0 \quad (\text{III.6})$$

Desenvolvendo-se o sistema de equações, supondo-se campo magnético uniformemente aplicado na direção do eixo de coordenadas  $x_3$ , e a velocidade de propagação da perturbação na direção  $x_1$ , não havendo portanto, campo magnético induzido na direção  $x_2$  (uma vez que não existem intensidade de campo elétrico imposto  $\vec{E}$  e densidade de corrente  $\vec{J}$ ), tem-se:

Da equação (III.1),

$$v_1' = \frac{w}{K} \frac{\rho'}{\rho} \quad (\text{III.7})$$

Da equação (III.2),

$$wv_1' - K \frac{p'}{\rho} - \frac{B_3 B_3'}{\alpha \mu_0 \rho} K + i \frac{4}{3} v K^2 v_1' = 0 \quad (\text{III.8})$$

Da equação (III.6),

$$wB_3' - B_3 \frac{w}{\rho} \rho' + i \frac{K^2}{\alpha \mu_0 \sigma} B_3' = 0 \quad (\text{III.9})$$

Substituindo-se a equação (III.9) na equação (III.8) após ter-se substituído a equação (III.7) nesta última e dividindo-se o resultado obtido por  $\frac{K}{\rho}$ , obter-se-á a seguinte equação:

$$p' = \rho' \left( \frac{w}{K} \right)^2 - \left[ \frac{\left( \frac{\alpha \mu_0 \sigma}{K} \right)^2 K^4 \frac{B_3^2}{\alpha \mu_0 \rho} \rho' \left( \frac{w}{K} \right)^2 - i \left( \frac{\alpha \mu_0 \sigma}{K} \right) K^4 \frac{B_3^2}{\alpha \mu_0 \rho} \rho' \left( \frac{w}{K} \right)}{(\alpha \mu_0 \sigma w)^2 + K^4} \right] + i \frac{4}{3} \nu K \rho' \left( \frac{w}{K} \right) \quad (III.10)$$

Substituindo-se as equações (III.3) e (III.5) na equação (III.4), obtém-se:

$$w p' - a_s^2 w \rho' - i(\gamma - 1) \left[ \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho p' + \left( \frac{\partial q_c}{\partial \rho} \right)_P \rho' - \left. \left[ \kappa K^2 \frac{T}{P} p' + \kappa K^2 \frac{T}{\rho} \rho' - 4 \frac{q_L}{P} p' + 4 \frac{q_L}{\rho} \rho' \right] \right] = 0 \quad (III.11)$$

Assumindo-se como velocidade característica do meio a velocidade magnetosônica, definida como:

$$a = \sqrt{a_s^2 + b^2} \quad \text{onde} \quad b = \frac{B_3}{\sqrt{\alpha \mu_0 \rho}}$$

Substituindo-se a equação (III.10) na equação (III.11) e dividindo-se o

resultado obtido por  $Ka^3$ , ter-se-á:

$$\begin{aligned}
 & \left[ 1 - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha\mu_o \sigma b}{K} \right)^2 \right] \left( \frac{w}{Ka} \right)^3 - i \left\{ \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha\mu_o \sigma b}{K} \right)^2 \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_L}{P} - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho \right] + \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} - \right. \right. \\
 & \left. \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_L}{P} - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha\mu_o \sigma b}{K} \right) \left( \frac{b}{a} \right) - \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \right\} \left( \frac{w}{Ka} \right)^2 - \\
 & \left\{ \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha\mu_o \sigma b}{K} \right) \left( \frac{b}{a} \right) \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} - \right. \right. \\
 & \left. \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_L}{P} \right] - \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} - \right. \right. \\
 & \left. \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_L}{P} \right] \right\} \left( \frac{w}{Ka} \right) - i \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left[ \left( \frac{\partial q_C}{\partial \rho} \right)_P + \kappa K^2 \frac{T}{\rho a^2} + 4 \frac{q_L}{\rho a^2} \right] = 0
 \end{aligned}$$

(III.12)

onde  $\phi = (\alpha\mu_o \sigma w)^2 + K^4$ .

Da equação (III.5), tira-se que:

$$\left( \frac{\partial q_c}{\partial \rho} \right)_P = - a q_c^2 \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho, \quad (\text{III.13})$$

onde

$$a q_c^2 = \left( \frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_{q_c}$$

velocidade de propagação do calor no meio.

Sabe-se que,

$$a_s^2 = \gamma RT$$

e que para gás perfeito

$$P = \rho RT, \quad ,$$

então:

$$\frac{1}{\rho a^2} = \frac{1}{\gamma P} \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \quad (\text{III.14})$$

Substituindo-se a equação (III.13) e (III.14) na equação (III.12), obtem-se:

$$\begin{aligned}
 & \left[ 1 - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \right)^2 \right] \left( \frac{w}{Ka} \right)^3 - i \left\{ \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \right)^2 \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} \right. \right. \\
 & + \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_h}{P} - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho \right] + \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} \right. \\
 & - \left. \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_h}{P} - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \right) \left( \frac{b}{a} \right) - \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \right] \right\} \left( \frac{w}{Ka} \right)^2 \\
 & - \left\{ \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 - i \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \right) \left( \frac{b}{a} \right) \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho - \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \right] \right\} \left( \frac{w}{Ka} \right)^2 \\
 & - \left\{ \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 - \frac{K^4}{\phi} \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \right) \left( \frac{b}{a} \right) \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} \right. \right. \\
 & - \left. \left. \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_h}{P} \right] - \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} - \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_h}{P} \right] \right\} \\
 & \left( \frac{w}{Ka} \right) - i \left\{ \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \left[ \frac{(\gamma-1)}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{\gamma P} + \frac{(\gamma-1)}{Ka} 4 \frac{q_h}{\gamma P} \right] \right. \\
 & \left. - \frac{(\gamma-1)}{Ka} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho \left( \frac{\partial q_c}{a} \right)^2 \right\} = 0 \tag{III.15}
 \end{aligned}$$

Definindo-se os seguintes parâmetros adimensionais,

$$y = \frac{w}{Ka} \quad (III.16)$$

$$A_C = \frac{\gamma-1}{Ka} \left[ \frac{\partial q_C}{\partial P} \right] \rho \quad (III.17)$$

$$A_V = \frac{4}{3} \nu \frac{K^2}{Ka} \quad (III.18)$$

$$A_{\lambda} = \frac{\gamma-1}{Ka} 4 \frac{q_{\lambda}}{P} \quad (III.19)$$

$$A_T = \frac{\gamma-1}{Ka} \kappa K^2 \frac{T}{P} \quad (III.20)$$

$$A_B = \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{K} \quad (III.21)$$

e substituindo-os na equação (III.21), obter-se-á:

$$\left[ 1 - \frac{K^4}{\phi} A_B^2 \right] y^3 - i \left\{ \frac{K^4}{\phi} A_B^2 \left[ A_T + A_{\lambda} - A_C \right] + \left[ A_C - A_T - A_{\lambda} - \right. \right. \\ \left. \left. \frac{K^4}{\phi} \left[ \frac{b}{a} \right] A_B - A_V \right] \right\} y^2 - \left[ \left[ \frac{a_s}{a} \right]^2 - \frac{K^4}{\phi} \left[ \frac{b}{a} \right] A_B \left[ A_C - A_T - A_{\lambda} \right] - \right.$$

$$A_V \left[ A_C - A_T - A_{\kappa} \right] y - i \left[ \left[ \frac{a_s}{a} \right]^2 \left( \frac{A_T + A_{\kappa}}{\gamma} \right) - A_C \left( \frac{aq_C}{a} \right)^2 \right] = 0$$

(III.22)

Escolhendo-se uma camada plana de gás e fazendo-se a espesura da mesma ser da ordem de meio comprimento da onda magnetosônica, tem-se que:

$$A_{\kappa} = \frac{(\gamma-1)}{Ka} \cdot 8 \frac{\epsilon \tau}{P \lambda} T^4$$

Substituindo-se  $K = \frac{2\pi}{\lambda}$  nas igualdades de  $A_C$ ,  $A_V$ ,  $A_T$ ,  $A_{\kappa}$  e  $A_B$ , obter-se-á:

$$A_C = (\gamma-1) \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_{\rho} \frac{\lambda}{2\pi a} \quad (III.23)$$

$$A_{\kappa} = 4 \frac{(\gamma-1)}{\pi a P} \epsilon \tau T^4 \quad (III.24)$$

$$A_V = \frac{4}{3} v \frac{2\pi}{a \lambda} \quad (III.25)$$

$$A_T = 2\pi (\gamma-1) \kappa \frac{T}{P \lambda a} \quad (III.26)$$

$$A_B = \left( \frac{\alpha \mu_o \sigma b}{2\pi} \right) \lambda \quad (III.27)$$

Como  $aq_c^2 = \left( \frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_{q_c}$  e  $P = \rho RT$  (gás perfeito), então:

$$aq_c^2 = R \left[ T + \rho \frac{\partial T}{\partial \rho} \right]_{q_c}$$

Dividindo-se essa equação por  $T(a_s)^2$ , ter-se-á:

$$\frac{aq_c^2}{a_s^2 T} = \frac{R}{a_s^2} \left[ 1 + \left( \frac{\rho}{T} \frac{\partial T}{\partial \rho} \right)_{q_c} \right] \quad \text{ou}$$

$$\left( \frac{aq_c}{a_s} \right)^2 = \frac{RT}{a_s^2} \left[ 1 + \left( \frac{\partial \ln T}{\partial \ln \rho} \right)_{q_c} \right], \quad \text{como } a_s^2 = \gamma RT \text{ e}$$

$$\left( \frac{aq_c}{a_s} \right)^2 = \left( \frac{aq_c}{a} \right)^2 \cdot \left( \frac{a}{a_s} \right)^2, \quad \text{então:}$$

$$\left( \frac{aq_c}{a_s} \right)^2 = \frac{a_s^2}{\gamma a^2} \left[ 1 + \left( \frac{\partial \ln T}{\partial \ln \rho} \right)_{q_c} \right] \approx \frac{a_s^2}{\gamma a^2} \quad \text{(III.28)}$$

Comparando-se as relações de (III.23) a (III.26) com aquelas do apêndice B (B.2) após a substituição de  $K_s = \frac{2\pi}{\lambda}$ , tem-se que:

$$A_v = \epsilon_v \frac{a_s \lambda_s}{a \lambda} \quad \text{(III.29)}$$

$$A_c = \epsilon_c \frac{a_s \lambda}{a \lambda_s} \quad \text{(III.30)}$$



$$A_{\mathcal{L}} = \epsilon_{\mathcal{L}} \frac{a_s}{a} \quad (\text{III.31})$$

$$A_{\mathcal{T}} = \epsilon_{\mathcal{T}} \frac{a_s \lambda_s}{a \lambda} \quad (\text{III.32})$$

Fazendo-se o produto de  $A_V$  por  $A_C$ , obtém-se:

$$A_C A_V = \epsilon_V \epsilon_C \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \quad (\text{III.33})$$

Substituindo-se (III.23) e (III.25) em (III.33) tem-se:

$$\left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_{\rho} = \epsilon_V \epsilon_C \left[ \frac{3 a_s^2}{4 v (\gamma-1)} \right] \quad (\text{III.34})$$

Multiplicando-se  $A_V$  por  $A_{\mathcal{L}}$ , obter-se-á:

$$A_V A_{\mathcal{L}} = \epsilon_V \epsilon_{\mathcal{L}} \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \frac{\lambda_s}{\lambda} \quad (\text{III.35})$$

Substituindo-se (III.24) e (III.25) em (III.35), ter-se-á:

$$\lambda_s = \left( \frac{1}{\epsilon_V \epsilon_{\mathcal{L}}} \right) \left[ \frac{32}{3} v (\gamma-1) \frac{\epsilon_T T^4}{P a_s^2} \right] \quad (\text{III.36})$$

Uma vez que:  $\epsilon_V \epsilon_C, \epsilon_V \epsilon_{\mathcal{L}} \ll 1$  (Glushkov-Kareev, 1970), em tão as equações (III.34) e (III.36), ficam:

$$\left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_{\rho} \ll \frac{3 a_s^2}{4 v (\gamma-1)} \quad (\text{III.37})$$

$$\lambda_s \gg \frac{32}{3} \nu (\gamma-1) \frac{\epsilon \tau T^4}{P a_s^2} \quad (\text{III.38})$$

Efetuada-se o produto  $A_V A_T$ , obter-se-á:

$$A_V A_T = \epsilon_V \epsilon_T \left( \frac{a_s \lambda_s}{a \lambda} \right)^2 \quad (\text{III.39})$$

Utilizando-se o fato de  $\epsilon_V \epsilon_C$ ,  $\epsilon_V \epsilon_h$  e  $\epsilon_V \epsilon_T \ll 1$  (Glushkov-Kareev, 1970) nas relações (III.33), (III.35) e (III.39), conclui-se que:

$$A_V A_C \ll \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \quad (\text{III.40})$$

$$A_V A_h \ll \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \frac{\lambda_s}{\lambda} \quad (\text{III.41})$$

$$A_V A_T \ll \left( \frac{a_s}{a} \frac{\lambda_s}{\lambda} \right)^2 \quad (\text{III.42})$$

Para o comprimento de onda magnetosônica aproximadamente igual ao da onda acústica, tem-se:

$$A_V \left[ A_C - A_T - A_h \right] \ll \left( \frac{a_s}{a} \right)^2 \quad (\text{III.43})$$

Para que haja apenas uma solução real, deve-se ter

$$(\alpha \mu_0 \sigma \omega)^2 \ll K^4 \quad (\text{III.44})$$

e

$$\left( \frac{b}{a} \right) A_B \left( A_C - A_T - A_L \right) \ll \left( \frac{a_S}{a} \right)^2 \quad (\text{III.45})$$

Assim,

$$w \gg \alpha \mu_0 \sigma a^2 \quad (\text{III.46})$$

$$e, \frac{K^4}{\phi} \approx 1 \quad (\text{III.47})$$

Definindo-se  $A = A_C - A_T - A_L$  e substituindo-se essa relação bem como as relações (III.28), (III.43) e (III.47) na equação (III.22), obter-se-á:

$$\left[ 1 - A_B^2 \right] y^3 - i \left[ A - \left( \frac{b}{a} \right) A_B - A_V - AA_B^2 \right] y^2 - \left( \frac{a_S}{a} \right)^2 y + i \frac{A}{\gamma} \left( \frac{a_S}{a} \right)^2 = 0 \quad (\text{III.48})$$

Definindo-se, também,

$$\xi_B = A_B \frac{\lambda_S}{\lambda}, \quad (\text{III.49})$$

$$Z = \left( \frac{a_S}{a} \right) e \quad (\text{III.50})$$

$$\theta = \left( \frac{b}{a} \right), \quad (\text{III.51})$$

$$\text{onde, } \xi_B = \frac{\alpha \mu_0 \sigma b}{2\pi} \lambda_S \quad (\text{III.52})$$

e com o auxílio das relações (III.29) a (III.32), a equação (III.48) (para  $\lambda = \lambda_s$ ) pode ser escrita

$$\left[ 1 - \epsilon_B^2 \right] y^3 - i \left[ \left[ \epsilon - \epsilon_V \right] Z - \epsilon_B \theta - \epsilon \epsilon_B^2 Z \theta^2 \right] y^2 -$$

$$Z^2 y + i \frac{\epsilon}{\gamma} Z^3 = 0 \quad (III.53)$$

A equação acima tem uma solução periódica e uma solução não periódica, que são obtidas após substituição da variável  $y$  por  $(y_\kappa - iy_i)$  e por  $(-iy_i)$  respectivamente.

Para a solução periódica, obter-se-á:

$$y_i^3 - 3y_i y_\kappa^2 - \left[ \frac{(\epsilon - \epsilon_V)Z - \epsilon_B \theta - \epsilon \epsilon_B^2 Z \theta^2}{(1 - \epsilon_B^2)} \right] y_\kappa^2 +$$

$$\left[ \frac{(\epsilon - \epsilon_V)Z - \epsilon_B \theta - \epsilon \epsilon_B^2 Z \theta^2}{(1 - \epsilon_B^2)} \right] y_i^2 + \left[ \frac{Z^2}{(1 + \epsilon_B^2)} \right] +$$

$$\left[ \frac{\epsilon Z^3}{\gamma (1 - \epsilon_B^2)} \right] = 0 \quad (III.54)$$

$$y_\kappa^2 = 3y_i^2 + 2 \left[ \frac{(\epsilon - \epsilon_V)Z - \epsilon_B \theta - \epsilon \epsilon_B^2 Z \theta^2}{(1 - \epsilon_B^2)} \right] y_i + \left[ \frac{Z^2}{(1 - \epsilon_B^2)} \right] \quad (III.55)$$

Substituindo-se a equação (III.55) em (III.54), tem-se:

$$\begin{aligned}
 & y_i^3 + \left[ \frac{(\xi - \xi_V)Z - \xi_B \theta - \xi \xi_B^2 Z \theta^2}{(1 - \xi_B^2)} \right] y_i^2 + \\
 & \frac{1}{4} \left\{ \left[ \frac{(\xi - \xi_V)Z - \xi_B \theta - \xi \xi_B^2 Z \theta^2}{(1 - \xi_B^2)} \right]^2 + \left[ \frac{Z^2}{(1 - \xi_B^2)} \right] \right\} y_i + \\
 & \frac{1}{8} \left\{ \left[ \frac{(\xi - \xi_V)Z^3 - \xi_B Z^2 \theta - \xi \xi_B^2 Z^3 \theta^2}{(1 - \xi_B^2)^2} \right] - \left[ \frac{\xi Z^3}{\gamma (1 - \xi_B^2)} \right] \right\} = 0 \quad (\text{III.56})
 \end{aligned}$$

Para a solução não periódica, obtem-se:

$$\begin{aligned}
 & y_i^3 + \left[ \frac{(\xi - \xi_V)Z - \xi_B \theta - \xi \xi_B^2 Z \theta^2}{(1 - \xi_B^2)} \right] y_i^2 + \\
 & \left[ \frac{Z^2}{(1 - \xi_B^2)} \right] y_i + \left[ \frac{\xi Z^3}{\gamma (1 - \xi_B^2)} \right] = 0 \quad (\text{III.57})
 \end{aligned}$$

Como  $\theta = \left[ \frac{b}{a} \right]$ ,  $Z = \left[ \frac{a_s}{a} \right]$  e  $a = \sqrt{a_s^2 + b^2}$ , então,

$$Z = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[ \frac{b}{a_s} \right]^2}} \quad \text{e} \quad \left[ \frac{\theta}{Z} \right] = \left[ \frac{b}{a_s} \right] \quad (\text{III.58})$$

### 3.2 - CÁLCULO DA ESTABILIDADE PARA A SOLUÇÃO PERIÓDICA

Fazendo-se  $y_i = 0$  na equação (III.56), ficar-se-á com:

$$\xi - \frac{\xi}{\gamma} - \xi \xi_B^2 \theta^2 = \xi_V + \xi_B \left[ \frac{\theta}{Z} \right] \quad (\text{III.59})$$

Como  $\xi = \xi_C - \xi_T - \xi_L$ , e com o auxílio da relação (III.58), tem-se:

$$\xi_C = \left[ \xi_{cp}^* \right]_{B \neq 0} = \xi_T + \xi_L + \left[ \frac{\gamma}{\gamma-1} \right] \left[ \frac{\xi_V + \xi_B \left[ \frac{b}{a_s} \right]}{1 - \frac{\gamma (b \xi_B)^2}{(\gamma-1) (a_s^2 + b^2)}} \right] \quad (\text{III.60})$$

Levando-se em conta que  $\xi_T + \xi_L = \left[ \xi_{np}^* \right]_{B=0}$  (Apêndice B, B.2) então a equação (III.60) fica:

$$\left[ \xi_{cp}^* \right]_{B \neq 0} = \left[ \xi_{cnp}^* \right]_{B=0} + \left[ \frac{\gamma}{\gamma-1} \right] \left[ \frac{\xi_V + \xi_B \left[ \frac{b}{a_s} \right]}{1 - \frac{\gamma (b \xi_B)^2}{(\gamma-1) (a_s^2 + b^2)}} \right] \quad (\text{III.61})$$

### 3.3 - CÁLCULO DA ESTABILIDADE PARA A SOLUÇÃO NÃO PERIÓDICA

Ao fazer-se  $y_i = 0$  na equação (III.57), obter-se-á:

$\xi = 0$  , donde  $\xi_C - \xi_T - \xi_L = 0$  , então:

$$\epsilon_c = \left[ \epsilon_{cnp}^* \right]_{B \neq 0} = \epsilon_T + \epsilon_{\mathcal{H}} \quad , \quad \text{como}$$

$$\epsilon_T + \epsilon_{\mathcal{H}} = \left[ \epsilon_{cnp}^* \right]_{B=0} \quad , \quad \text{logo:}$$

$$\left[ \epsilon_{cnp}^* \right]_{B \neq 0} = \left[ \epsilon_{cnp}^* \right]_{B=0} \tag{III.62}$$

### 3.4 - RELAÇÃO ENTRE AS ESTABILIDADES PERIÓDICA E NÃO PERIÓDICA

Substituindo-se a relação (III.62) na equação (III.61), ob  
tem-se:

$$\left[ \epsilon_{cp}^* \right]_{B \neq 0} = \left[ \epsilon_{cnp}^* \right]_{B \neq 0} + \left( \frac{\gamma}{\gamma-1} \right) \left[ \frac{\epsilon_v + \epsilon_B \left[ \frac{b}{a_s} \right]}{1 - \frac{\gamma (b \epsilon_B)^2}{(\gamma-1) (a_s^2 + b^2)}} \right] \tag{III.63}$$

Fazendo-se a indução magnética igual a zero (gás na ausên  
cia de campo magnético), as equações do parágrafo 2.2 e as do Capítulo III  
se reduzem aquelas do Apêndice B (Glushkov-Kareev, 1970).

$$Y_i = \frac{W_i}{K(\sqrt{a_s^2 + b^2})}$$

$$\xi_c = \frac{\gamma - 1}{K(\sqrt{a_s^2 + b^2})} \left[ \frac{dgc}{dP} \right]_p$$

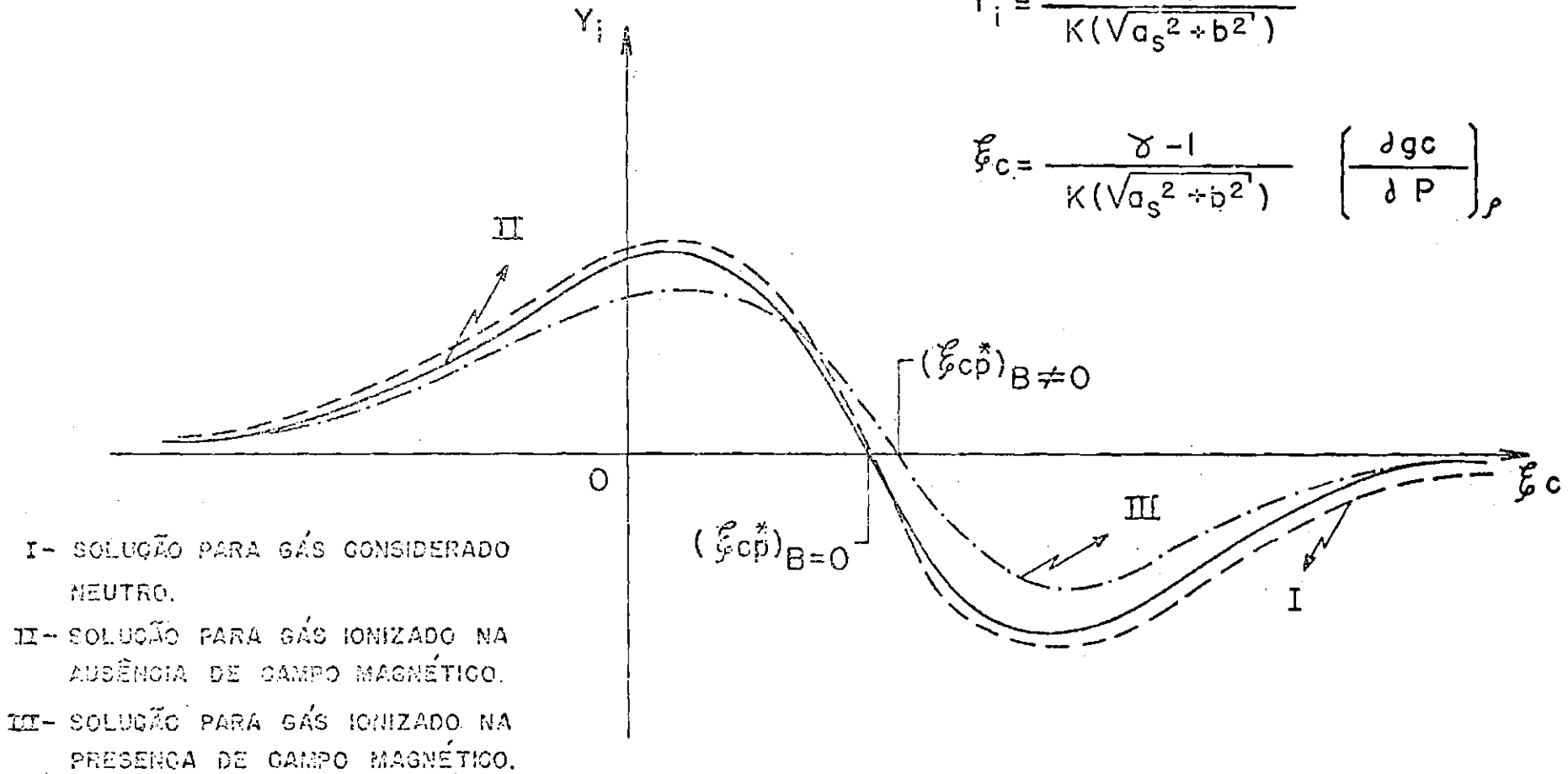
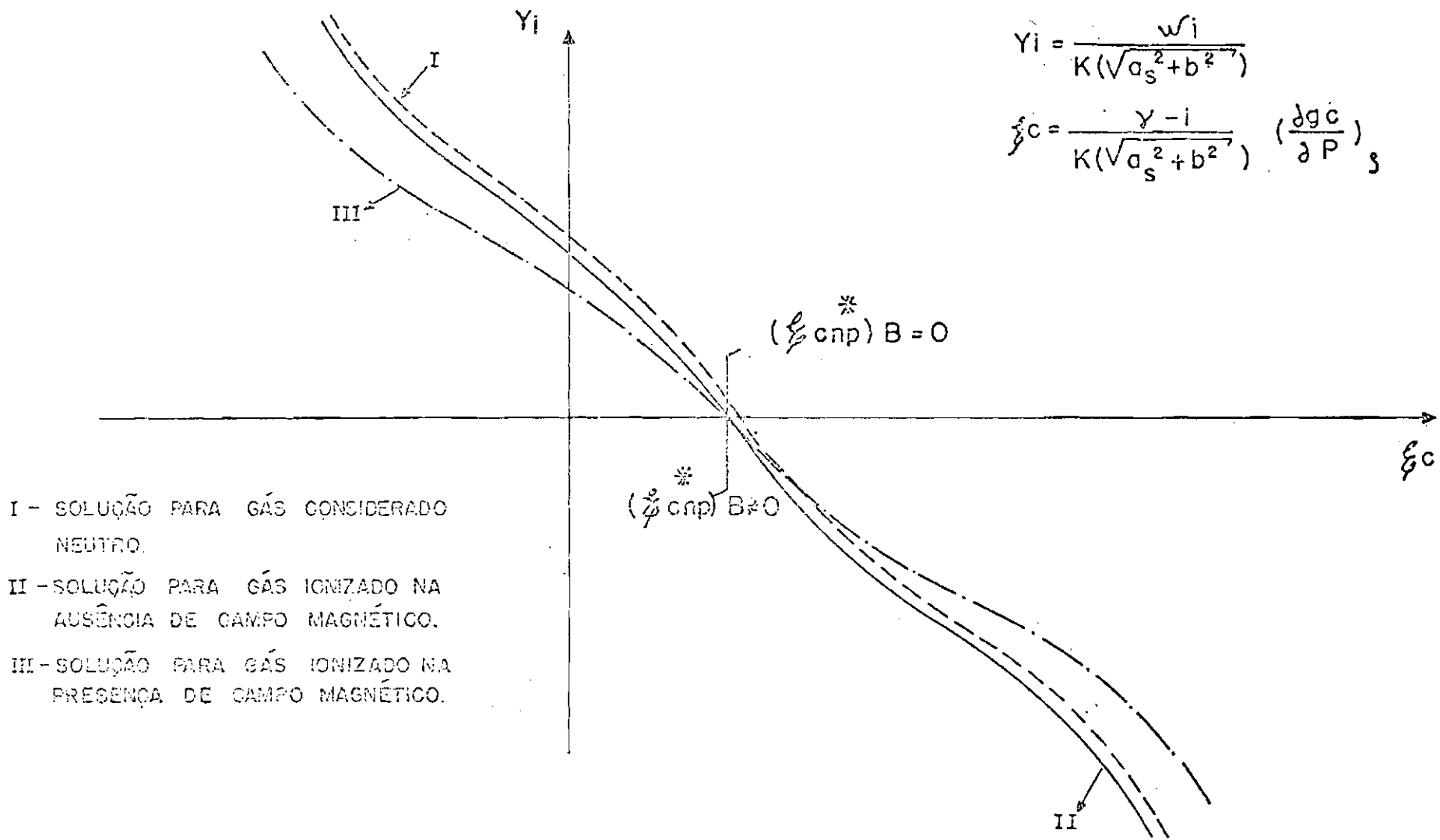


Fig. III.1 - Relação qualitativa entre  $y_i$  e  $\xi_c$  para a solução periódica.





- I - SOLUÇÃO PARA GÁS CONSIDERADO NEUTRO.
- II - SOLUÇÃO PARA GÁS IONIZADO NA AUSÊNCIA DE CAMPO MAGNÉTICO.
- III - SOLUÇÃO PARA GÁS IONIZADO NA PRESENÇA DE CAMPO MAGNÉTICO.

Fig. III.2 - Relação qualitativa entre  $y_i$  e  $\xi_c$  para a solução não periódica.

## CAPÍTULO IV

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 4.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A DIMENSÃO CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

Uma vez que  $\left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B \neq 0} < \left( \epsilon_{cp}^* \right)_{B \neq 0}$  - equação (III.63) - o sistema será estável para valores de  $\epsilon_c < \left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B \neq 0}$ . Como  $\left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B \neq 0} = \epsilon_T + \epsilon_L$ , então:

$$\epsilon_c = \epsilon_T + \epsilon_L \quad (IV.1)$$

$$\frac{(\gamma-1)}{a_s} \frac{\lambda_s}{2\pi} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho = \frac{\gamma-1}{a_s} \left( \frac{2\pi}{\lambda_s} \kappa \frac{T}{P} + 4 \frac{\epsilon_T T^4}{\pi P} \right) \quad (IV.2)$$

Eliminando-se  $\gamma-1$  na relação acima, tem-se que:

$$\kappa \frac{T}{P} \left( \frac{2\pi}{\lambda_s} \right)^2 + 4 \frac{\epsilon_T T^4}{\pi P} \left( \frac{2\pi}{\lambda_s} \right) - \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho = 0 \quad (IV.3)$$

Resolvendo esta equação e fazendo-se a dimensão característica da célula de combustão igual ao comprimento de onda acústica  $d = \lambda_s$ , obtêm-se as seguintes soluções:

$$\frac{1}{d} = \pm \left[ \frac{\sqrt{(4\epsilon\tau T^4/\pi P)^2 + 4\kappa T \left[ \frac{\partial q_c}{\partial P} \right]_\rho / P} - 4\epsilon\tau T^4/\pi P}{4\pi\kappa T/P} \right] \quad (IV.4)$$

Desprezando-se a solução negativa, por não ter sentido físico, então:

$$d = \frac{4\pi\kappa T/P}{\sqrt{\left[ \frac{q_F}{\pi P} \right]^2 + 4\kappa \frac{T}{P} \left[ \frac{\partial q_c}{\partial P} \right]_\rho} - \frac{q_F}{\pi P}} \quad , \quad (IV.5)$$

onde  $q_F = 4\epsilon\tau T^4$ .

Considerando-se os seguintes casos limites:

a) Para  $\epsilon_T \ll \epsilon_n$ , tem-se

$$\epsilon_c = \epsilon_n \quad (IV.6)$$

$$\frac{(\gamma-1)}{a_s} \cdot \frac{\lambda_s}{2\pi} \left[ \frac{\partial q_c}{\partial P} \right]_\rho = \frac{(\gamma-1)}{a_s} \cdot 4 \frac{\epsilon\tau T^4}{\pi P} \quad (IV.7)$$

Resolvendo-se a equação acima e fazendo-se  $\lambda_s = d$ , obtém-se:

$$d = \frac{2 q_F}{P \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho} \quad (IV.8)$$

b) Para  $\epsilon_T \gg \epsilon_T$ , resulta

$$\epsilon_C = \epsilon_T \cdot \quad (IV.9)$$

Ou seja,

$$\frac{(\gamma-1)}{a_S} \frac{\lambda_S}{2\pi} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho = \frac{(\gamma-1)}{a_S} \left( \frac{2\pi}{\lambda_S} \right) \kappa \frac{T}{P} \quad (IV.10)$$

e

$$\left( \frac{\lambda_S}{2\pi} \right)^2 = \frac{\kappa T/P}{\left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho} \quad (IV.11)$$

Fazendo-se  $d = \lambda_S$  após resolução da equação do segundo grau, obtém-se:

$$d = 2\pi \left[ \frac{\kappa T}{P \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho} \right]^{1/2} \quad (IV.12)$$

Supondo-se que a temperatura e a frequência da fonte térmica dependem fracamente da pressão (Glushkov-Kareev, 1970), tem-se:

$$d \approx \left[ \frac{\text{constante}}{p} \right]^{1/2} \quad (\text{IV.13})$$

ou,  $p^{1/2} d = \text{constante}$ , o que concorda com Glushkov e Kareev (1970).

#### 4.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A AMPLITUDE E OS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE DAS PERTURBAÇÕES

As soluções da equação cúbica (III.53) fornecem uma avaliação mais geral sobre as perturbações que ocorrem em um gás contendo fontes de calor, pois servem tanto para gás neutro como para fracamente ionizado na presença de campo magnético.

Pelo critério de Lord Rayleigh  $\left[ \frac{\partial q_c}{\partial p} \right]_p > 0$ , e pelo fato de que  $\epsilon_c = \frac{\gamma-1}{K_s a_s} \left[ \frac{\partial q_c}{\partial p} \right]_p$ , tem-se:

$$\left[ \frac{\partial q_c}{\partial p} \right]_p > \frac{K_s a_s}{\gamma-1} \epsilon_c > 0. \quad (\text{IV.14})$$

Para o caso onde  $\epsilon_B$  é diferente de zero, a desigualdade acima fica:

$$\left[ \frac{\partial q_c}{\partial p} \right]_p > \frac{K_s a_s}{\gamma-1} \left( \epsilon_{cp}^* \right)_{B \neq 0} \quad (\text{IV.15})$$

Com o auxílio da equação (III.51), obter-se-á:

$$\left( \frac{\partial q_c}{\partial p} \right)_p > \frac{K_s a_s}{\gamma-1} \left\{ \left[ \varepsilon_{cnp}^* \right]_{B \neq 0} + \left( \frac{\gamma}{\gamma-1} \right) \left[ \frac{\varepsilon_v + \varepsilon_B \left( \frac{b}{a_s} \right)}{1 - \frac{\gamma (b \varepsilon_B)^2}{(\gamma-1)(a_s^2 + b^2)}} \right] \right\} \quad (IV.16)$$

A equação acima é aproximadamente

$$\left( \frac{\partial q_c}{\partial p} \right)_p > \frac{K_s a_s}{\gamma-1} \left[ \varepsilon_T + \varepsilon_{\kappa} + \left( \frac{\gamma}{\gamma-1} \right) \varepsilon_v \right] + \frac{K_s \gamma b}{(\gamma-1)^2} \varepsilon_B \quad (IV.17)$$

Vê-se portanto que o critério de Glushkov-Kareev aplicado à perturbação periódica é suficiente não apenas para gases neutros, mas também para gases fracamente ionizados, desde que na ausência de campo magnético aplicado. Entretanto, se tal campo existir, há de se levar em conta o termo adicional  $\frac{K_s \gamma b}{(\gamma-1)^2} \varepsilon_B$ .

Quanto à perturbação não periódica, o critério de Glushkov-Kareev é suficiente mesmo na presença de campo magnético.

As amplitudes das perturbações, periódicas e não periódicas, são inversamente proporcionais a intensidade do campo magnético aplicado.

Conclui-se, portanto, que a presença de campo magnético em um gás fracamente ionizado melhora a estabilidade para oscilações da fonte térmica do sistema (V. folhas resposta, Apêndice C).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste estudo, considerou-se a instabilidade de combustão em gases fracamente ionizados, não adiabáticos, na presença de um campo magnético, constituídos somente de componentes monatômicos. Supondo-se o comprimento de onda magnetosônica aproximadamente igual ao da onda acústica no meio e sendo o campo magnético uniforme e perpendicularmente aplicado à direção de propagação da perturbação e tendo-se, ainda, forçado uma solução real única para a equação da dispersão, conclui-se que:

O critério aplicado por Glushkov e Kareev (1970) para que surjam vibrações acústicas em um sistema de combustão não homogêneo é insuficiente para gases fracamente ionizados, quando na presença de campo magnético.

A intensidade com que as perturbações (periódicas e não periódicas) são amortecidas ou forçadas é inversamente proporcional a magnitude do campo magnético aplicado.

A expressão usada por Glushkov e Kareev (1970) para o cálculo da dimensão característica de uma célula de combustão para um sistema absolutamente estável é também válida para gases fracamente ionizados, mesmo na presença de campo magnético.

Outrossim, acredita-se que aqui se trata pela primeira vez o sistema de equações de magnetohidrodinâmica linearizado acoplado a uma fonte térmica oscilatória.

Sugere-se, como prosseguimento deste trabalho, examinar o problema para:

Gases não monatômicos.

Campos magnéticos não perpendiculares à direção de propagação da perturbação.

Campos magnéticos não uniformes.

Determinação da dimensão característica da célula de combustão de um sistema estável no que concerne à perturbação periódica.



## AGRADECIMENTOS

Quero deixar meus agradecimentos ao Dr. Fernando de Mendonça, que permitiu a realização deste trabalho como tese.

Ao Dr. José Pantuso Sudano, pela orientação, empenho e paciência na leitura e discussão do manuscrito.

Ao Dr. Demétrio Bastos Netto, pela inestimável colaboração nas correções do contexto.

Aos colegas que de alguma forma colaboraram na confecção deste.

Meus sinceros agradecimentos a Aline Zagalo da Silva pela datilografia do texto.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, J.E - *Magnetohydrodynamics shock waves*. Massachusetts, Cambridge Press, 1963.
- BRAGINSKII, S.I. - "Transport processes in a plasma". *Reviews of Plasma Physics*, 1: 205-311, 1965.
- DELCROIX, J.L. - *Plasma Physics*. New York, John Wiley and Sons, 1968.
- GLUSHKOV, S.; KAREEV, Y.A. - "Acoustic instability in a nonadiabatic gas". *High temperature*, 8: 901-905, Sep.-Oct. 1970.
- GORDON, S.; MACBRIDE, B.J. - Computer program for calculation of complex chemical equilibrium compositions, rocket performance, incident and reflected shocks and Chapman-Jouguet detonations, Washington, NASA, 1971. (SP-273).
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. - *Física*. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1966. P.1.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY - *Plasma Physics*. Viena, IAEA, 1965.
- KREITH, F. - *Princípios da transmissão de calor*. São Paulo, Edgard Blücher, 1969.
- KUNDEL, W.B. - *Plasma physics in theory and application*. New York, McGraw-Hill, 1966.
- LANDAU, L.; LIFCHITZ, E. - *Mecanique des fluides*. Moscou, Mir, 1971.
- LEWIS, B.; VON ELBE, G. - *Combustion flames and explosions of gases*. New York, Academic Press, 1961.

- O'MALLEY, T.F. - "Extrapolation of electron - rare gas atom cross sections to zero energy". *Physical Review*, 130(3): 1020-1029, May 1963.
- SCHMIDT, G. - *Physics of high temperature plasma*. New York, Academic Press, 1966.
- SHERCLIFF, J.A. - *A textbook of magnetohydrodynamics*. London, Pergamo Press, 1965.
- STONE, P.M.; REITZ, J.R. - "Elastic scattering of slow electrons by cesium atoms". *Physical Review*, 131(5): 2101-2107, Sept. 1963.
- STRUTT, J.W. - *The theory of sound*. New York, Dover, 1945.
- SUTTON, G.W.; SHERMAN, A. - *Engineering magnetohydrodynamics*. New York, MacGraw-Hill, 1965.
- TANENBAUM, B.S. - *Plasma Physics*. New York, McGraw-Hill, 1967.
- VIEGAS, J.R.; PENG, T.C. - "Electrical conductivity of ionized air in thermodynamic equilibrium". - *ARS-Journal*, 31(5): 654-657, May 1961.
- VINCENTI, W.G.; KRUGER, C.H. - *Introduction to physical gas dynamics*. New York, John Wiley and Sons, 1967.
- WILKINS, R.L. - *Theoretical evaluation of chemical propellants*. London, Prentice-Hall, 1963.

## APÊNDICE A

### COEFICIENTE DE TRANSPORTE

#### 1. - CÁLCULO DO LIVRE CAMINHO MÉDIO

Suponha-se moléculas esféricas de diâmetro  $d$ . A área de contacto para uma colisão é  $\frac{\pi d^2}{4}$ , havendo portanto uma colisão quando a distância entre centros for  $d$ . Supondo-se, entretanto, que uma das moléculas é puntiforme então a outra terá diâmetro igual a  $2d$  para que a distância de colisão continue sendo  $d$ .

Se um gás de partículas puntiformes for atravessado por uma molécula de diâmetro  $2d$ , no tempo  $t$  ela varrerá um cilindro de diâmetro  $2d$  e de comprimento  $\langle v \rangle t$ , sendo  $\langle v \rangle$  a velocidade média da molécula em relação ao recipiente. Havendo  $N$  moléculas por unidade de volume o número de colisões no cilindro será,  $\pi d^2 N \langle u \rangle t$ , onde  $\langle u \rangle$  é a velocidade média relativa entre a molécula e as outras.

Como  $\langle u \rangle = \sqrt{2} \langle v \rangle$ , (Vincenti-Kruger, 1967), então o número de colisões no cilindro será  $\pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle t$ .

O livre caminho médio é a distância média entre esses choques, logo:

$$\ell = \frac{\langle v \rangle t}{\pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle t}$$

$$\ell = \frac{1}{\pi \sqrt{2} d^2 N} \quad (\text{A.1})$$

Pode-se assumir com razoável aceitação que o diâmetro de uma molécula seja igual ao produto do número de níveis quânticos, dos átomos que a compõe, pelo diâmetro do átomo de Bohr.

## 2. - CÁLCULO DA FREQUÊNCIA DE COLISÃO

Viu-se que o número de colisões no cilindro é dado por  $\pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle t$ . Sendo a frequência de colisão o número de colisões por unidade de tempo, então:

$$F_C = \pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle \quad (\text{A.2})$$

## 3. - PRIMEIRO COEFICIENTE DE VISCOSIDADE PARA GASES NEUTROS

O primeiro coeficiente de viscosidade para gases neutros pode ser tirado pela seguinte relação:

$$\eta = \frac{N k T}{F_C} \quad (\text{Vincenti-Kruger, 1967}) \quad (\text{A.3})$$

Substituindo a relação (A.2) em (A.3), obter-se-á:

$$\eta = \frac{N k T}{\pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle} = \frac{N k T \ell}{\langle v \rangle}$$

Sabe-se que  $\frac{1}{3} m \langle v \rangle^2 = \frac{3}{2} kT$ , logo:

$$\eta = \frac{1}{3} m N \langle v \rangle \ell, \text{ como } \rho = mN, \text{ então:}$$

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \langle v \rangle \ell \tag{A.4}$$

#### 4. - CONDUTIBILIDADE TÈRMICA PARA GASES NEUTROS

A condutibilidade tÈrmica para gases neutros pode-se tirar da seguinte relaçaõ:

$$\kappa = \frac{2}{3} \eta C_V \quad (\text{Vincenti-Kruger, 1967})$$

Para gases monatômico  $C_V = \frac{3}{2} R$ , logo:

$$\kappa = \eta R, \text{ se o gás é perfeito, então } \kappa = \eta \frac{P}{\rho T} = \nu \frac{P}{T}, \text{ donde:}$$

$$\frac{\nu}{\kappa} = \frac{T}{P} \tag{A.5}$$

Relacionando  $\xi_V$  com  $\xi_T$ , ter-se-á:

$$\frac{\xi_V}{\xi_T} = \frac{4}{3} \frac{v}{\kappa} \frac{p}{T} \quad (\text{A.6})$$

Substituindo a relação (A.5) em (A.6), obter-se-á:

$$\frac{\xi_V}{\xi_T} = \frac{4}{3(\gamma-1)} \quad (\text{Glushkov-Kareev, 1970})$$

## 5. - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA GASES PARCIALMENTE IONIZADOS

A condutividade elétrica para gases ionizados é dada pela seguinte relação (Sutton-Sherman, 1965):

$$\sigma = \frac{N_e e^2}{m_e \langle F_c \rangle}, \quad \text{sendo } \langle F_c \rangle = F_{en} + F_{ei}.$$

Como  $F_{en} = \Omega N_n \langle v_e \rangle \langle S_n \rangle$  e  $F_{ei} = N_i \langle v_e \rangle S_i$ , então:

$$\sigma = \frac{N_e e^2}{m_e \langle v_e \rangle (\Omega N_n \langle S_n \rangle + N_i S_i)}, \quad \text{mas}$$

$$\langle v_e \rangle = \sqrt{\frac{8 k T_e}{\pi m_e}}, \quad \text{logo:}$$

$$\frac{1}{\sigma} = \left[ \frac{8 m_e k T_e}{\pi e^4} \right]^{1/2} \left[ \Omega \frac{N_n}{N_e} \langle S_n \rangle + \frac{N_i}{N_e} S_i \right]$$

O número total de partículas neutras  $N_n$  é dado por  $N_n = \sum_{S \neq e, i} N_S$  e a secção reta média de colisão eletrón-neutro  $\langle S_n \rangle$  é  $\langle S_n \rangle = \sum_{S \neq e, i} S_S$ , de onde a relação acima fica:

$$\frac{1}{\sigma} = \left( \frac{8 m_e k T_e}{\pi e^4} \right)^{1/2} \left[ \sum_{S \neq e, i} \Omega \frac{N_S}{N_e} S_S + \frac{N_i}{N_e} S_i \right]$$

Assumindo-se a existência unicamente de ionização primária, ter-se-á  $N_i = N_e$ , logo:

$$\frac{1}{\sigma} = \left( \frac{8 m_e k T_e}{\pi e^4} \right)^{1/2} \left[ \sum_{S \neq e, i} \Omega \frac{N_S}{N_e} S_S + S_i \right] \quad (\text{A.7})$$

Os valores de  $S_S$  são tabelados (tabela C.1) e os de  $S_i$  podem ser calculados através das seguintes relações (Viegas-Peng, 1961)

$$S_i = \frac{2.94 \times 10^{-10}}{T_e^2 \ell_n} \quad (\text{M.K.S.})$$

$$\Lambda = \frac{0.87 \times 10^7 T_e^{3/2}}{N_e^{1/2}} \quad (\text{M.K.S.})$$



6. - PRIMEIRO COEFICIENTE DE VISCOSIDADE PARA GASES PARCIALMENTE IONIZADOS

Para a parte ionizada usa-se como parâmetro de impacto o comprimento de Debye,  $D$ , e obtem-se para a frequência de colisão coulombiana a seguinte expressão:

$$F_{cii} = \pi \sqrt{2} D^2 N_i \langle v_i \rangle \quad (A.8)$$

Similarmente à frequência de colisão entre átomos neutros, tem-se a frequência para a fração neutra da mistura parcialmente ionizada dada por:

$$F_{cnn} = \pi \sqrt{2} d^2 N_n \langle v_n \rangle \quad (A.9)$$

Sabe-se que para gás neutro o coeficiente é:

$$\eta_n = \frac{N_n k T_n}{F_{cnn}} \quad (A.10)$$

de mesma maneira pode-se definir para a fração ionizada o coeficiente como:

$$\eta_i = \frac{N_i k T_i}{F_{cii}} \quad (A.11)$$

uma vez que  $\eta_i \gg \eta_e$  (Braginskii, 1965).

Assumindo-se unicamente dissipação viscosa, a equação de transmissão de calor fica:

$$\rho \frac{DQ}{Dt} = \eta \vec{v} \cdot \left[ \nabla^2 \vec{v} + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{v}) \right] , \quad (\text{A.12})$$

onde aqui  $\eta$  é o primeiro coeficiente de viscosidade global do gás parcialmente ionizado.

Similarmente para a fração neutra e para os ions, obtem-se:

$$\rho_n \frac{DQ_n}{Dt} = \eta_n \vec{v}_n \cdot \left[ \nabla^2 \vec{v}_n + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{v}_n) \right] , \quad (\text{A.13})$$

$$\rho_i \frac{DQ_i}{Dt} = \eta_i \vec{v}_i \cdot \left[ \nabla^2 \vec{v}_i + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{v}_i) \right] , \quad (\text{A.14})$$

como  $\langle v_n \rangle = \langle v \rangle \frac{m}{m_n}$  e  $\langle v_i \rangle = \langle v \rangle \frac{m}{m_i}$  então as equações (A.13) e (A.14) ficam:

$$\rho_n \frac{DQ_n}{Dt} = \eta_n \left( \frac{m}{m_n} \right) \vec{v} \cdot \left[ \nabla^2 \vec{v} + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{v}) \right] \quad (\text{A.15})$$

$$\rho_i \frac{DQ_i}{Dt} = \eta_i \left( \frac{m}{m_i} \right) \vec{v} \cdot \left[ \nabla^2 \vec{v} + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{v}) \right] \quad (\text{A.16})$$

Somando-se as equações (A.15) e (A.16) e com o auxílio da equação (A.12), obtém-se:

$$\frac{n}{\rho} = \frac{n_n}{\rho_n} \frac{m}{m_n} + \frac{n_i}{\rho_i} \frac{m}{m_i} \quad (\text{A.17})$$

Assumindo-se equilíbrio térmico e substituindo-se as equações (A.10) e (A.11) na equação (A.17), obter-se-á:

$$n = N \cdot k T \left[ \frac{m m_i F_{cii} + m_n F_{cnn}}{m_n m_i F_{cnn} F_{cii}} \right] \quad (\text{A.18})$$

## 7. - CONDUTIBILIDADE TÉRMICA PARA GASES PARCIALMENTE IONIZADOS

Neste caso determina-se a condutibilidade térmica como no parágrafo 4., usando-se agora o primeiro coeficiente de viscosidade global para gás parcialmente ionizado e o calor específico a volume constante apropriado para este caso.

## 8. - COEFICIENTES DE TRANSPORTE PERPENDICULARES AO CAMPO MAGNÉTICO

Sabe-se que os coeficientes de transporte na direção das linhas de força de um campo magnético, são os mesmos de quando há ausência deste campo. Tal fato acontece com os coeficientes de transporte perpendiculares ao campo magnético quando, como no caso, assume-se a frequência de colisão coulombiana muito menor que a frequência ciclotônica dos ions.

## APÊNDICE B

### INSTABILIDADE EM GÁS NEUTRO, NÃO ADIABÁTICO

Glushkov e Kareev (1970), usando as equações que descrevem o movimento de um gás viscoso e monotômico,

$$\rho \frac{D\vec{u}}{Dt} = -\nabla P + \eta \nabla^2 \vec{u} + \frac{\eta}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{u})$$

$$\frac{D\rho}{Dt} = -\rho \nabla \cdot \vec{u}$$

$$P = \rho \frac{k}{M} T$$

$$\frac{DP}{Dt} = a_s^2 \frac{D\rho}{Dt} + (\gamma - 1) \rho \frac{DT}{Dt},$$

e a equação da transmissão de calor por unidade de volume na unidade de tempo,

$$\rho \frac{DQ}{Dt} = q_c + \nabla \cdot (\kappa \nabla T) - 2 \frac{\epsilon \tau}{\delta} T^4 + \eta \vec{u} \cdot \left[ \nabla^2 \vec{u} + \frac{1}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{u}) \right],$$

obtiveram a seguinte equação de dispersão para a perturbação acústica de um gás neutro, não adiabático:

$$x^3 - i \left( \epsilon_C - \epsilon_T - \epsilon_\lambda - \epsilon_V \right) x^2 - \left[ 1 - \epsilon_V \left( \epsilon_C - \epsilon_T - \epsilon_\lambda \right) \right] x - i \left[ \frac{1}{\gamma} \left( \epsilon_T + \epsilon_\lambda \right) - \epsilon_C \left( \frac{aq_C}{a_S} \right)^2 \right] = 0 \quad , \quad (B.1)$$

onde:

$$x = \frac{w_S}{K_S a_S} \quad ; \quad \epsilon_C = \frac{\gamma-1}{K_S a_S} \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho \quad ;$$

$$\epsilon_V = \frac{4}{3} \frac{n K_S^2}{\rho K_S a_S} \quad ; \quad \epsilon_\lambda = 4 \frac{(\gamma-1)}{K_S a_S} \frac{\epsilon \tau T^4}{\delta P} \quad e$$

$$\epsilon_T = \frac{\gamma-1}{K_S a_S} \kappa K_S^2 \frac{T}{P} \quad (B.2)$$

Fazendo a estimativa dos termos acima, Glushkov e Kareev obtiveram:

$$\frac{\epsilon_V}{\epsilon_T} = \frac{4}{3(\gamma-1)} \quad ; \quad \epsilon_T \simeq (\gamma-1) \sqrt{\frac{32\pi}{9\gamma}} \frac{\ell}{\lambda_S} \quad ;$$

$$\epsilon_\lambda = 4 \frac{(\gamma-1)}{\pi a_S P} \epsilon \tau T^4 \quad ; \quad \epsilon_C = (\gamma-1) \left( \frac{\partial q_C}{\partial P} \right)_\rho \frac{\lambda_S}{2\pi a_S} \quad e$$

$$\left( \frac{aq_c}{a_s} \right)^2 \approx \frac{1}{\gamma} .$$

Com isto, e tendo assumido que  $\epsilon_V \epsilon_C$ ,  $\epsilon_V \epsilon_T$ ,  $\epsilon_V \epsilon_h \ll 1$ , reduziram a equação (B.1) à seguinte forma:

$$x^3 - i \left( \epsilon - \epsilon_V \right) x^2 + i \frac{1}{\gamma} \epsilon = 0 , \quad (B.3)$$

onde:  $\epsilon = \epsilon_C - \epsilon_T - \epsilon_h$ .

Esta equação de dispersão tem uma solução real e duas imaginárias englobadas em uma solução periódica e uma não periódica, quando substituído a variável  $x$  por  $x_h - ix_i$  e  $-ix_i$  respectivamente.

### 1. - SOLUÇÃO PERIÓDICA

$$x_i^3 + \left( \epsilon - \epsilon_V \right) x_i^2 + \frac{1}{4} (1 + \epsilon^2) x_i + \frac{1}{8} \left[ \left( \frac{\gamma-1}{\gamma} \right) \epsilon - \epsilon_V \right] = 0$$

Fazendo o gráfico qualitativo dos valores de  $x_i$  em função de  $\epsilon_C$  (fig.B.1), verifica-se que a equação cúbica (B.3) tem para o caso periódico uma solução real em toda a faixa de variação de  $\epsilon_C$ .

O limite de estabilidade para a solução periódica foi determinado pela seguinte relação:

$$\epsilon_c = \left( \epsilon_{cp} \right)_{B=0}^* = \epsilon_T + \epsilon_{\kappa} + \left( \frac{\gamma}{\gamma-1} \right) \epsilon_V > 0$$

## 2. - SOLUÇÃO NÃO PERIÓDICA

$$x_i^3 + \left( \epsilon - \epsilon_V \right) x_i^2 + x_i + \frac{\epsilon}{\gamma} = 0 \quad (\text{fig.B.1}),$$

a qual tem o limite de estabilidade dado pela relação:

$$\epsilon_c = \left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B=0} = \epsilon_T + \epsilon_{\kappa} > 0$$

Com a condição  $\left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B=0} < \epsilon_c < \left( \epsilon_{cp}^* \right)_{B=0}$  o sistema pode ser instável somente para perturbações não periódicas. Mas com a condição  $\epsilon_c < \left( \epsilon_{cnp}^* \right)_{B=0}$  há possibilidade de ser estável tanto para perturbações periódicas quanto para as não periódicas.

Glushkov e Kareev (1970) calcularam também a dimensão característica de um sistema absolutamente estável, usando seguinte fórmula:

$$d = \frac{4 \kappa T}{P \left[ \sqrt{\left( \frac{q_F}{\pi P} \right)^2 + 4 \kappa \frac{T}{P} \left( \frac{\partial q_c}{\partial P} \right)_\rho} - \frac{q_F}{\pi P} \right]}$$

onde  $q_F = \epsilon \tau T^4$  (energia radiante emitida por unidade de tempo e de área).

Consideraram os seguintes casos limites:

$$\xi_T \ll \xi_L, \text{ então } d \simeq \frac{2 q_F}{P \left[ \frac{\partial q_C}{\partial P} \right]_\rho} \quad (\text{B.4})$$

$$\xi_T \gg \xi_L, \text{ então } d \simeq 2\pi \left[ \frac{\kappa T/P}{\left[ \frac{\partial q_C}{\partial P} \right]_\rho} \right]^{1/2} =$$

$$2\pi \left[ \frac{8KT\ell^2}{9\pi \left[ \frac{\partial q_C}{\partial P} \right]_\rho} \right]^{1/4} M^{-1/4} \quad (\text{B.5})$$

De (B.5) pode-se ver que para uma queima a pressão e temperatura constante,  $M^{1/4}d \simeq$  constante.

Os resultados obtidos através do cálculo são comparados com dados empíricos,  $M^{1/3}d \simeq$  constante, obtidos por G. H. Markstein (apud Glushkov e Kareev, 1970), (fig.B.2).

A figura B.3 mostra a relação empírica entre a dimensão da célula de combustão e a pressão, no Butano-ar-nitrogênio, para pressões entre 1/3 e 1 atmosfera. A equação que descreve esta relação nesta faixa



de pressão é  $P^{3/4}d \simeq$  constante(\*). Glushkov e Kareev acharam através (B.5), para queima desta substância nesta faixa de pressão a relação  $P^{1/2}d =$  constante.

---

\* Dados obtidos por G.H. Markstein, apud Glushkov e Kareev (1970).

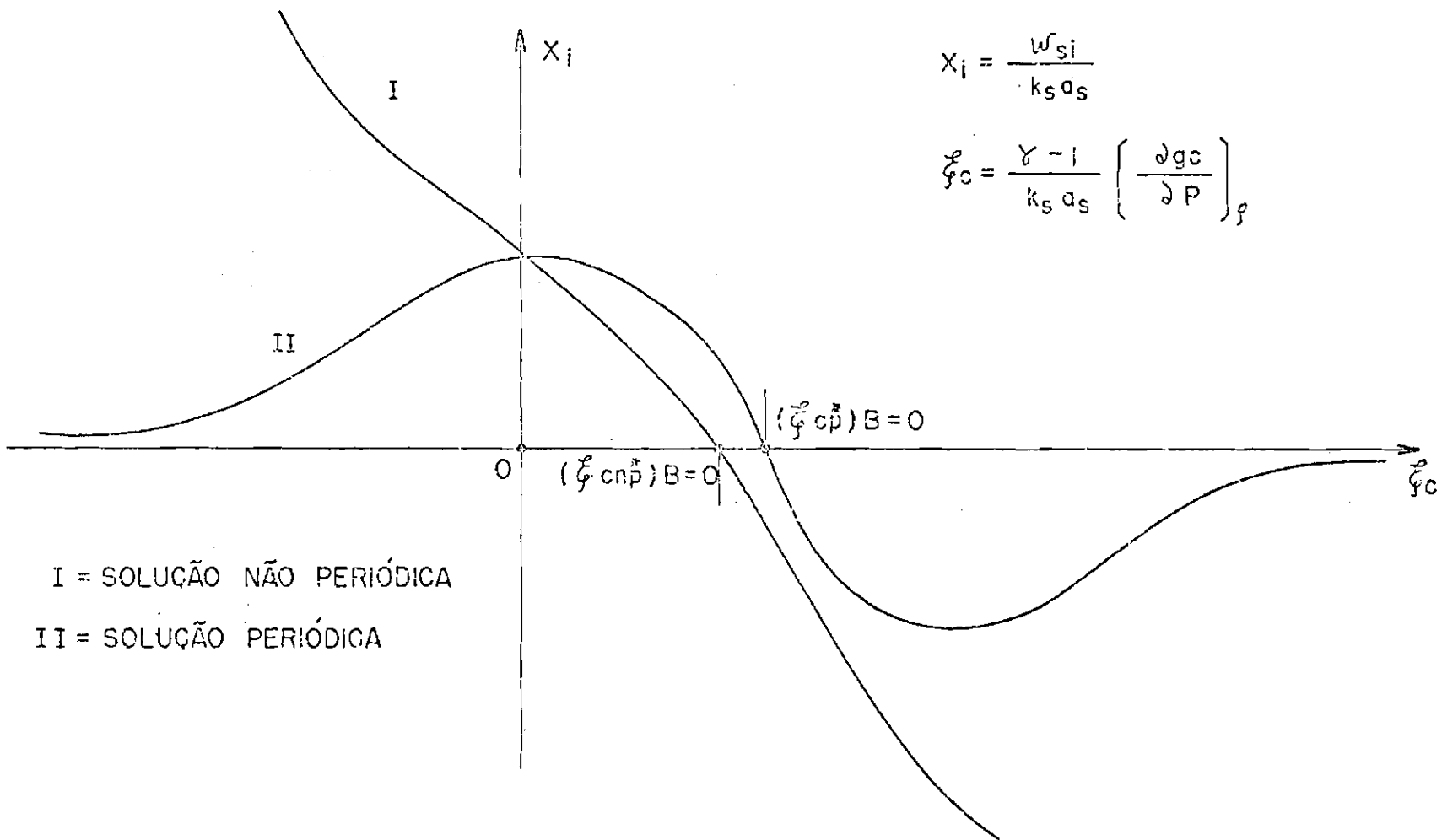
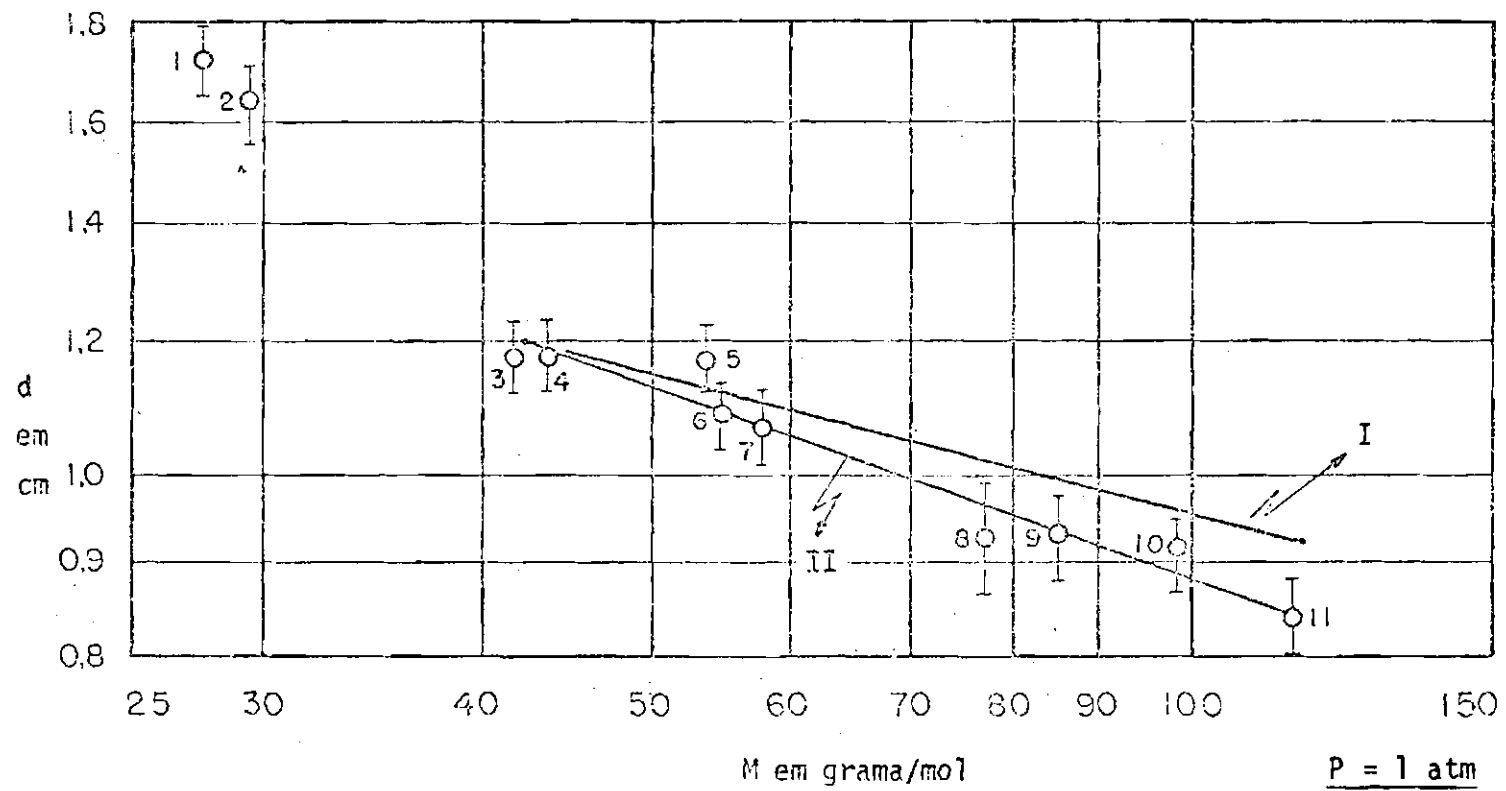


Fig. B.1 - Relação qualitativa entre  $x_i$  e  $\xi_c$  - Glushkov e Kareev (1970) -

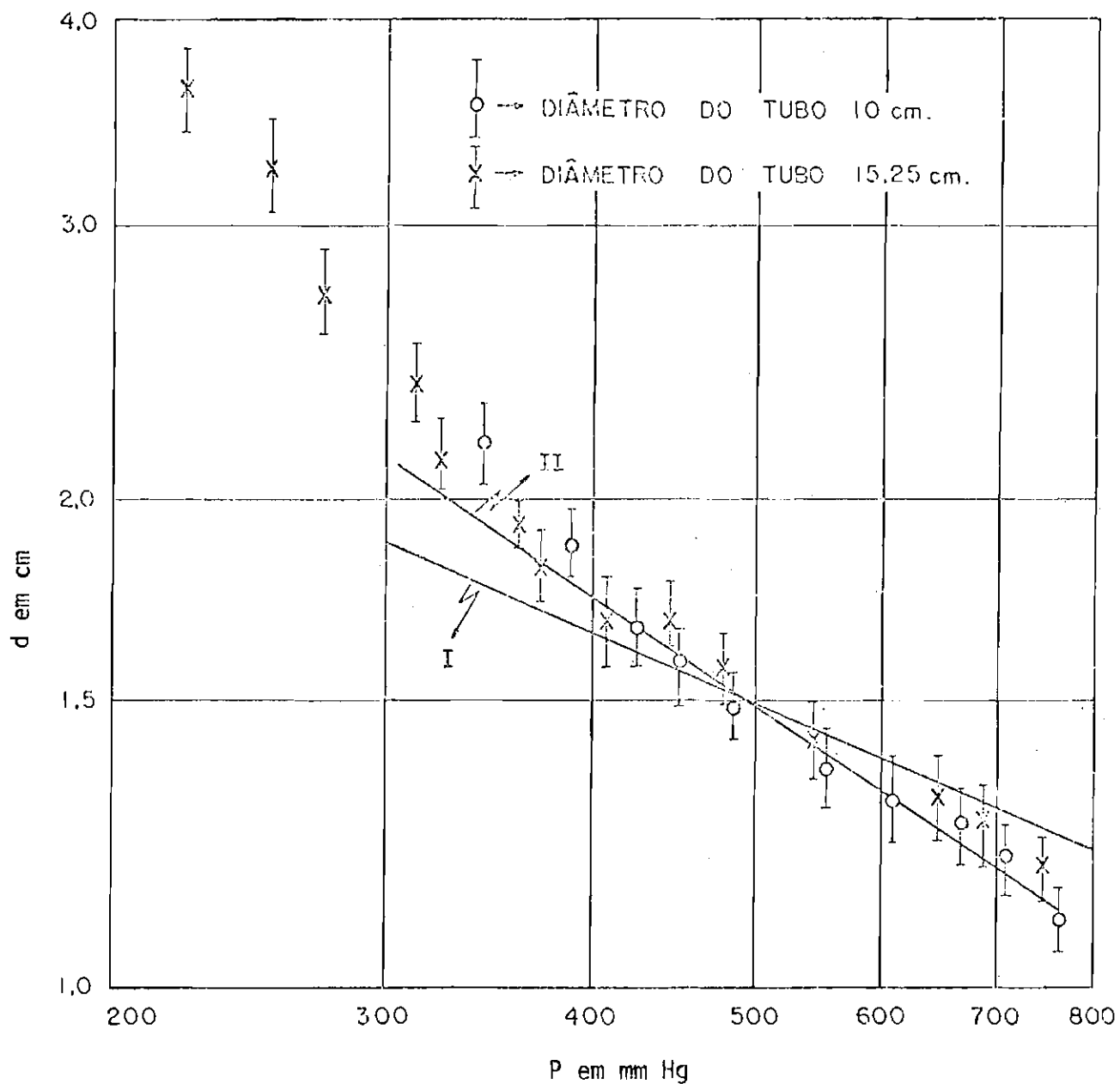
I - Curva  $M^{1/4} d = \text{cte}$  obtida por Glushkov

II - Curva  $M^{1/3} d = \text{cte}$  experimental



- Hydrocarboneto - ar - nitrogênio
- |           |               |                |               |                  |
|-----------|---------------|----------------|---------------|------------------|
| 1 - eteno | 3 - propileno | 5 - butadieno  | 7 - isobuteno | 9 - benzeno      |
| 2 - etano | 4 - propano   | 6 - n - butano | 8 - isobutano | 10 - n - hexano  |
|           |               |                |               | 11 - n - heptane |

Fig. B.2 - Dimensão característica da célula de combustão em função da massa molecular - Glushkov e Kareev (1970) -



Butano - ar - nitrogênio

I - Curva  $P^{1/2} d = \text{cte}$  obtida por Glushkov

II - Curva  $P^{3/4} d = \text{cte}$  experimental

Fig. B.3 - Dimensão característica da célula de combustão em função da pressão - Glushkov e Kareev (1970) -

## APÊNDICE C

### EXEMPLO NUMÉRICO

Um programa de computador foi escrito com a finalidade de simular oscilações da temperatura em uma mistura gasosa constituída de Argônio e 0,175% de Césio como "seed" a temperaturas de 3000 e 4000 °K, e pressões de 0,1 e 1 atmosfera (fig.C.3).

Na obtenção da composição de equilíbrio químico, necessário aos dados de entrada para a simulação, usou-se o programa NASA SP-273 (Gordon-Macbride, 1971) para gases fracamente ionizados, já implementado no INPE.

O programa escrito é constituído de quatro subrotinas:

Subrotina KARLIC - Calcula parâmetros, detalhados no Capítulo III, necessários a construção de gráficos, determinação de variáveis e constantes da perturbação.

Subrotina JULIC - Tem como objetivo calcular os parâmetros necessários a subrotina KARLIC, assim como coeficientes de transporte, os quais são calculados segundo o Apêndice A. No cálculo da condutividade elétrica chega-se em comparação com o gráfico fornecido por Kunkel (1966) a uma diferença de 21% para temperatura de 3000 °K e pressão de 1 atmosfera quando o coeficiente cinético for igual a 1 (fig.C.1) e

uma diferença de 1% para coeficiente cinético (razão entre a massa molecular média dos ions e a massa molecular média da mistura) igual a 3,325 (fig.C.2). A tabela C.3 mostra o afastamento percentual para as temperaturas de 2000, 3000 e 4000 °K nas pressões de 0,1 e 1 atmosferas com coeficientes cinéticos de 1 e 3,325.

Subrotina LUIC - Contém secções retas de colisões eletrôn-átomo neutro em  $10^{-20}$  metros quadrados (tabela C.1), bem como o número de níveis atômicos (tabela C.2), para Argônio e Césio, necessários à subrotina KARLIC.

Subrotina JANIC - Constroi gráficos usando parâmetros fornecidos pelas subrotinas KARLIC e JULIC.

## 1. - DESCRIÇÃO

A saída do programa é constituída de sete folhas resposta, onde apresenta-se na primeira os parâmetros cinéticos e os coeficientes de transporte inerentes à mistura de elementos químicos. A segunda folha mostra os valores constantes, para as perturbações periódicas e não periódicas. Lã FS e LAMB são, a frequência e o comprimento de onda em hertz e metros respectivamente; FTER mostra o valor para o qual a frequência da fonte térmica em hertz, é muito menor. (\*); EV, ET, ER e EB são os

---

\* Pelo critério de Rayleigh a frequência da fonte térmica é maior que zero.

parâmetros adimensionais  $\xi_V$ ,  $\xi_T$ ,  $\xi_N$  e  $\xi_B$  respectivamente, já definidos anteriormente; BETA é a razão entre a pressão magnética e a pressão hidrostática; DELTA a faixa de  $\xi_C$  entre  $\left[ \xi_{cp}^* \right]_{B \neq 0}$  e  $\left[ \xi_{cnp}^* \right]_{B \neq 0}$  ou seja, a diferença entre os pontos de estabilidades periódica e não periódica, sendo EC [ EP ] e EC [ ENP ] os pontos limites das respectivas estabilidades. E finalmente VLIM a razão entre  $\alpha \mu_0 \sigma^2$  e w.

As folhas resposta que seguem mostram, tanto para as perturbações periódicas como para as não periódicas, valores variáveis com  $\xi_C$ , onde B, C, D são os segundo, terceiro e quarto coeficientes das equações cúbicas (III.44) e (III.45) para o primeiro coeficiente das mesmas igual a um. EC o valor adimensional de  $\xi_C$ , anteriormente definido. EV(E) o produto de  $\xi_V$  por  $\left[ \xi_C - \xi_T - \xi_N \right]$ , que, como foi assumido no Capítulo II, deverá ser muito menor que um; EB(E)ZV o valor de  $\xi \xi_B$  também muito menor que um. Mostra-se ainda os gráficos nos quais YI(S) é a razão entre  $w_S$  e  $K_S a_S$  (gás neutro), e YI(C) a razão entre w e Ka (gás ionizado na presença ou não de campo magnético), bem como PER o percentual em amplitude da perturbação no gás ionizado com relação a do gás considerado neutro.

Finalmente a sétima folha resposta fornece os dados de entrada para possíveis verificações.

O programa permite através o comando FAIXA a variação, nos gráficos, da dimensão da abcissa. Permitindo com isto uma observação melhor da forma de onda, periódica ou não periódica (tanto em sua maior extensão como em torno dos pontos limites de estabilidade).

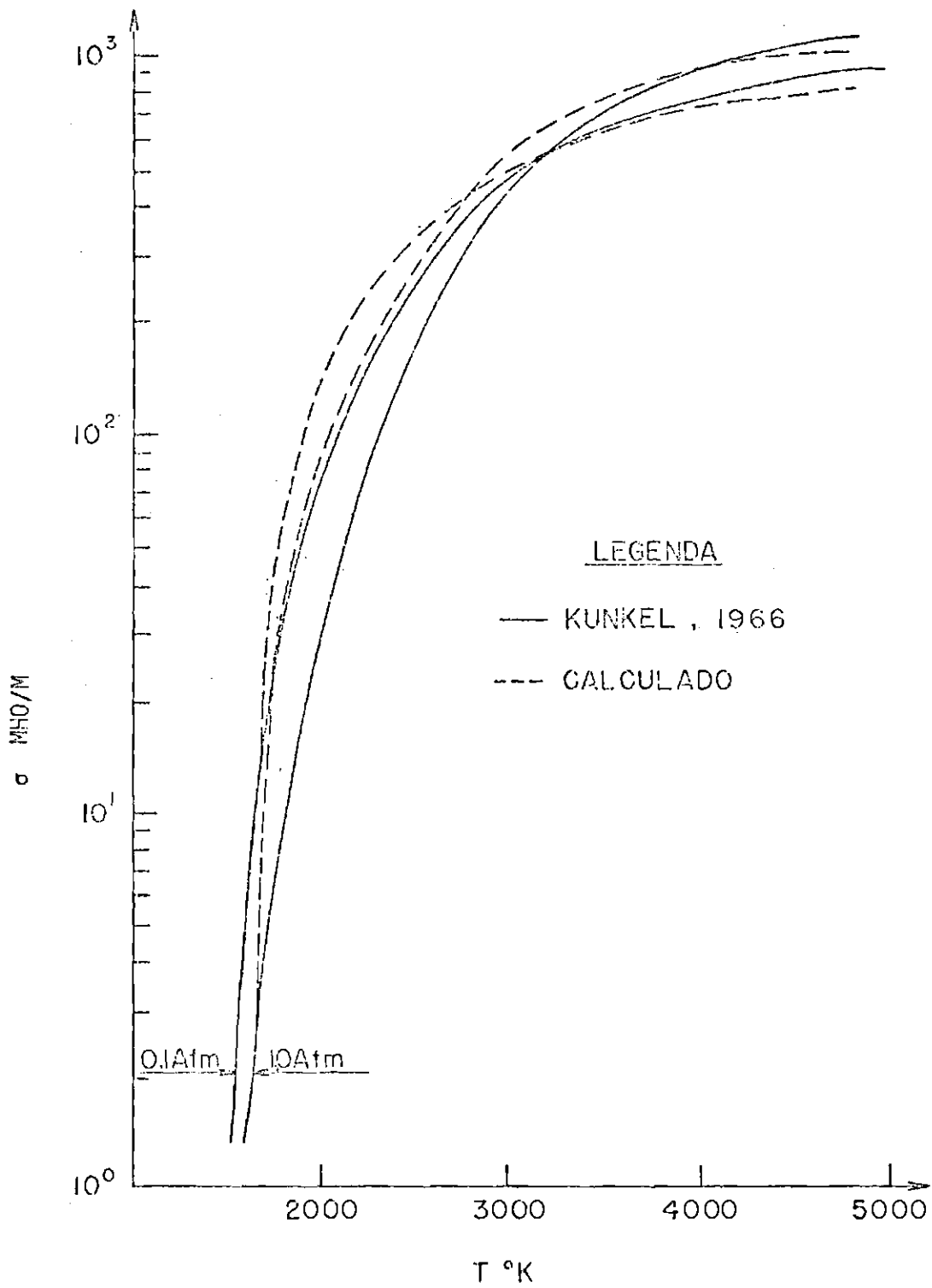


Fig. C.1 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio com "seed" para coeficiente cinético 1,0.



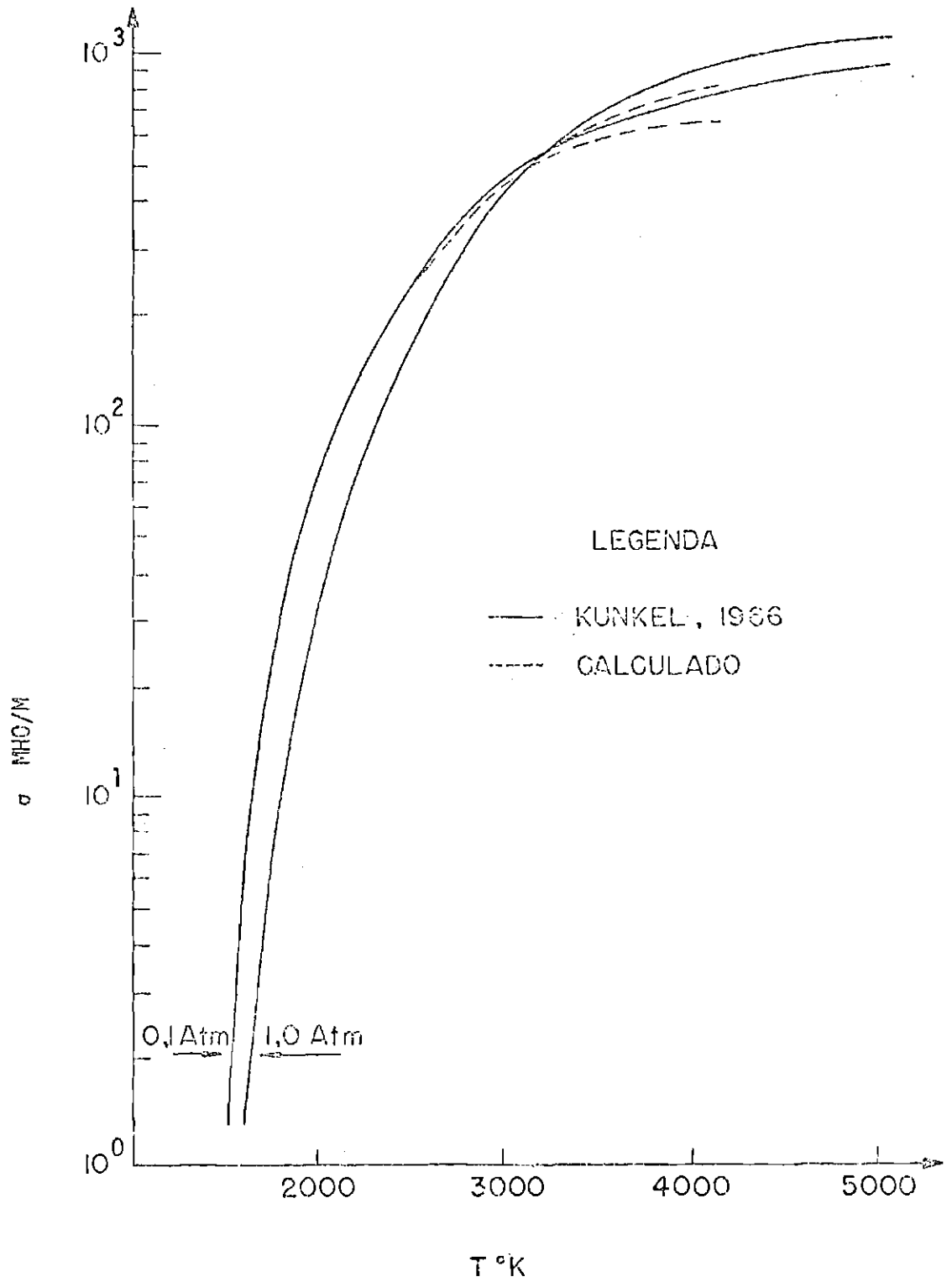


Fig. C.2 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio como "seed" para coeficiente cinético 3,325.

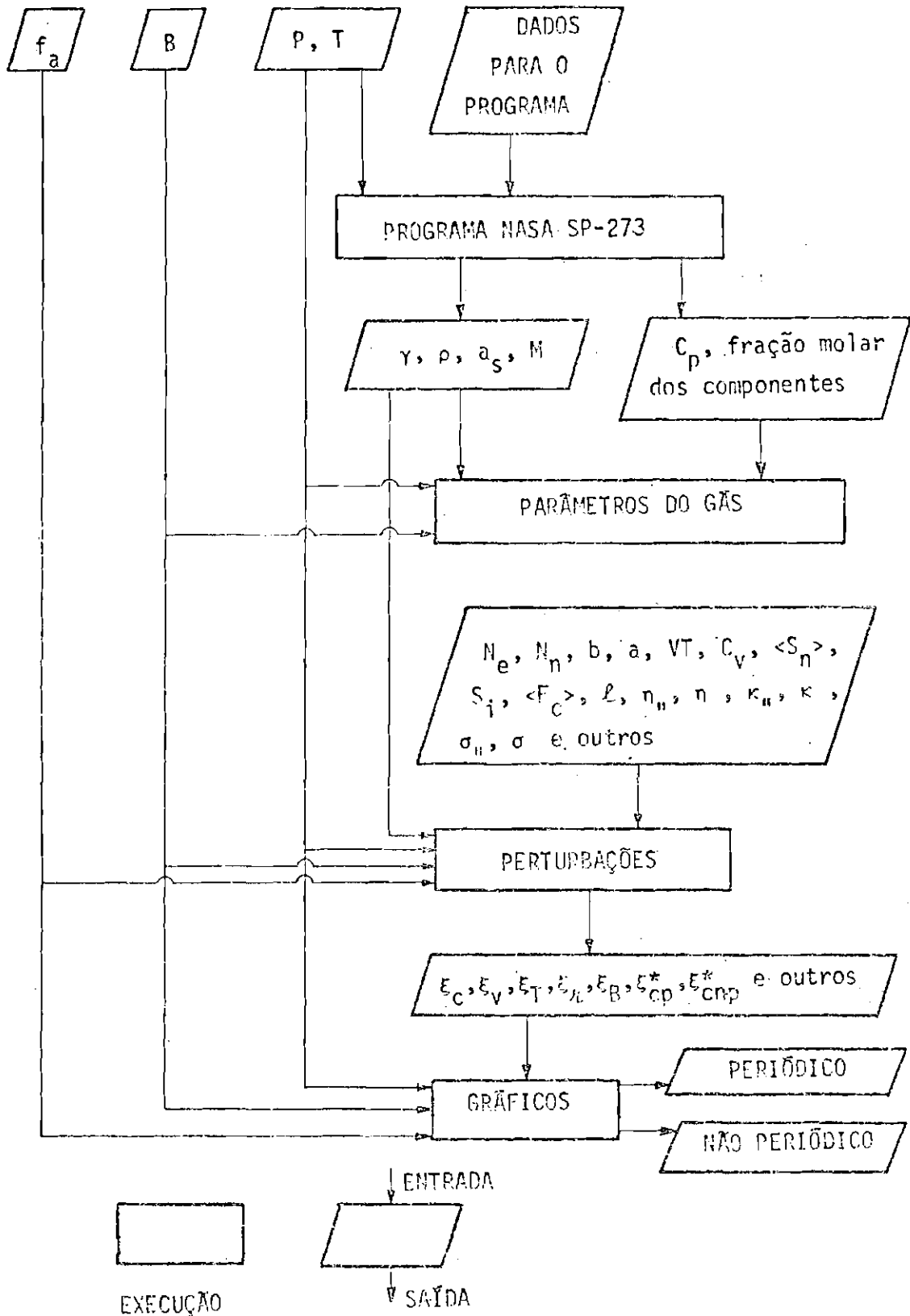


Fig. C.3 - Fluxograma operacional

TABELA C.1

COLISÃO ELÉTRON-ÁTOMO NEUTRO

SECÇÃO RETA DE COLISÃO EM $10^{-20} \text{m}^2$		
GÁS	CÉSIO	ARGÔNIO
ENERGIA EM eV		
$1,0 \times 10^{-2}$	400,0	5,60
1,4	320,0	4,80
2,0	250,0	3,90
3,0	210,0	3,00
5,0	170,0	1,80
7,0	165,0	1,05
$1,0 \times 10^{-1}$	160,0	0,41
1,4	165,0	0,22
2,0	185,0	0,16
3,0	250,0	0,15
5,0	280,0	0,25
7,0	310,0	0,50
$1,0 \times 10^0$	270,0	1,05
REFERÊNCIAS	1 e 2	1 e 3

1. - Delcroix (1968)
2. - Stone (1963)
3. - O'Malley (1963)

TABELA C.2

NÍVEIS ATÔMICO PARA ARGÔNIO E CÉSIO

NÚMERO ATÔMICO	ELEMENTO	NÍVEL	K					L					M					N					O					P				
		SUB NÍVEL	1s	-	-	-	-	2s	2p	-	-	-	-	3s	3p	3d	-	-	-	4s	4p	4d	4f	-	-	5s	5p	5d	5f	5g	-	6s ...
18	ARGÔNIO	///	2					2	6																							
55	CÉSIO	///	2					2	6				2	6	10				2	6	10				2	6					1	

Wilkins (1963)

TABELA C.3

ERRO PERCENTUAL ENTRE A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

APRESENTADA POR KUNKEL E A CALCULADA NESTE TRABALHO

COEFICIENTE CINETICO	PRESSÃO EM ATM.	TEMPERATURA EM °K		
		2.000	3.000	4.000
1,0	0,1	51%	5%	1%
	1,0	62%	21%	2%
3,325	0,1	5%	4%	11%
	1,0	1%	1%	12%

2. - LISTAGEM DO PROGRAMA

DOUBLE PRECISION FAIXA,EPI,RMI,B(20),FS(20)  
DIMENSION O(9)

#####

DATA U/0,0,0,0,0,0,0,0,1/  
DATA B/1000./  
DATA FS/3000./  
FAIXA=0,15  
N=56  
EPI=1.  
RMI=1.  
ION=0

#####

U(1) = COEFICIENTES DE TRANSPORTE E DADOS DE ENTRADA  
PARA O(1)=1 DU 2 CURTA COEF. TRANS.  
O(1)=1 DU 3 CURTA DADOS DE ENTRADA  
O(2) = VALORES CONSTANTES  
O(3) = VALORES VARIÁVEIS PERIÓDICOS  
O(4) = GRÁFICO PERIÓDICO  
O(5) = VALORES VARIÁVEIS NAO PERIÓDICO  
O(6) = GRÁFICO NAO PERIÓDICO  
O(7)=SEM CONDUCAO  
O(8)=SEM RADIACAO  
O(9) = NUMERO DE REPETICOES  
PARA O(M), DIF. DE ZERO CURTA O RESPECTIVO QUADRO OU FUNCAO  
B(CATE 20) = VALORES DO CAMPO MAGNETICO EM GAUSS  
FS(CATE 20) = VALORES DA FREQUENCIA EM HERTZ  
FAIXA = VARIA A ABCISSA  
N = NUMERO DE PUNTOS DA ABCISSA  
EPI=EMISSIVIDADE DO CORPO CINZA  
RMI=RAZAO ENTRE PERMEABILIDADE DO MEIO E DO VACUO  
ION = ZERO (COMPARA GAS NEUTRO COM IONIZADO )  
ION = 1 (CONSIDERA GAS NEUTRO)  
#####  
CALL JULIO (FAIXA,EPI,RMI,B,FS,ION,U,N)  
#####  
STOP  
END

```
SUBROUTINE KARLIC (TE,L,GAMA,VS,TG,P,RHO,TI,FAIXA,CEP,RV,VT,VM,EPI,  
#MIG,CVIP,CTIP,CVU,CTN,MION,CD,VB,VMS,GAMAI,VSI,RHOI,FV,UN)  
DOUBLE PRECISION XX(100),YY(100),ZZ(100),DELTA,EVCTR,CCO,CCA,CCB,C  
#CC,CCD,CCE,CCF,CCG,MIG,DDD,AAA,BBB,EEE,FFF,RRR,VMS,CC,EV,ET,ER,EB,  
#RHJ,KV,GA,ZV,VS,A,B,L,GAMA,Z(100),T(100),TG,P,PI,CTN,EPI,TAL,FV,TI  
#E,ME,K,VT,VM,FAIXA,TE,GGG,BB,YA(100),ZA(100),YB(100),ZB(100),BV,C  
#D,BETA,GAMAI,CAA(100),CBA(100),CFA(100),CDA(100),CEA(100),CVA(100)  
#NR,NRM,MION,VLIM,CVN,ECEP,FS,PATM,PP(100),LAMB,TT(100),CVIP,CTIP,  
#CEP,VB,VSI,RHOI,EJCTR,CGA(100)  
DIMENSION D(9)
```

```
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #  
C FORMATS  
1002 FORMAT (3(4X,E14.8),21X,3(7X,E10.4))  
1003 FORMAT (3(4X,E14.8),29X,E14.8,4X,F6.2,5X,E14.8)  
1005 FORMAT (1H1)  
1100 FORMAT (9X,4HEEC),6X,7H[YI(S)],6X,7H[YI(C)],5X,5H(PER),5X,29HINDUC  
#AD MAGNETICA EM GAUSS = ,F9.2,/) )  
1107 FORMAT (61X,42HSOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE)  
1108 FORMAT (55X,46HSOLUCAO NAU PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE)  
1110 FORMAT (54X,45HGAS NEUTRO... (+) ; GAS IONIZADO... (*))  
1111 FORMAT (10X,28HDISCRIMINANTE MENOR QUE ZERO)  
1122 FORMAT (15X,3H[B],15X,3H[C],15X,3H[D],34X,4HEEC),8X,9H[EB(E)ZV],10  
#X,7HEV(E)],/) )  
8001 FORMAT (10X,10H[DELTA] = ,E14.8,20X,7H[VLIM]=,E14.8,19X,10H[CC(ENP)  
# = ,E14.8,/////))  
8002 FORMAT (10X,7HEV) = ,E14.8,63X,7H[ER] = ,E14.8,////)  
8003 FORMAT (10X,7H[ET] = ,E14.8,63X,7H[EB] = ,E14.8,/////))  
8005 FORMAT (1H+,93X,7H[EB] = ,E14.8,/////))  
8012 FORMAT (10X,7H[FS] = ,E14.8,23X,7H[ETER]=,E14.8,19X,9H[LAMB] = ,E1  
#4.8,/////))  
8013 FORMAT (10X,9HE[BETA] = ,E14.8,61X,9HEC[EP] = ,E14.8,////)  
8017 FORMAT (54X,21H[ONDAS INFRA-SONICAS],/////))  
8018 FORMAT (54X,21H[ ONDAS SONICAS ],/////))  
8019 FORMAT (54X,21H[ONDAS ULTRA-SONICAS],/////))  
8025 FORMAT (4X,25(/))  
8026 FORMAT (4X,12(/))
```

```
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #  
C CONSTANTES
```

```
E = 1.60206/(10.**19)  
ME = 9.1083/(10.**31)  
K = 1.38044/(10.**23)  
PI=3.14159265  
TAL=5.67/(10.**8)
```

```
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #  
C TRANSFORMACAO DE UNIDADES
```

```
CTN=CTN*4156.  
CTIP=CTIP*4186.
```

```
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #  
C CALCULOS PARA AS PERTURBACOES
```

```
GA=GAMA-1.  
LAMB=VS/FV  
IF (IGN.GT.1) GO TO 1004  
BB=0.0  
EB=0.0  
KV=1.  
GO TO 4
```

```
1004 K=0  
GAMA=GAMAI  
GA=GAMA-1.  
VS=VSI
```

```
FV=VS/LAMB
RHO=RHOI
CVN=CVIP
CTN=CTIP
RV=VS/VMS
ZV=VB/VMS
BB=BV/(10.**4)
BETA=(BB**2)/2./MIG/P
EB=MIG*CEP*VB*LAMB/2./PI
4 ET=2.*GA*CTN*PI*TG/VS/P/LAMB
EV=8.*CVN*PI/3./RHO/VS/LAMB
ER=4.*GA*EPI*TAL*(TG**4)/PI/VS/P
IF (G(7).NE.0) ET=0.0
IF (G(8).NE.0) ER=0.0
ETR=ET+ER
ECEP=ET+ER*((GAMA/GA)*(EV+(EB*ZV))/(1.-(GAMA*(EB**2)*(ZV**2)/GA)))
DELTA=ECEP-ETR
IF (ION.GT.1) GO TO 10
IF (BB.NE.0.0) GO TO 9
10 ECO =ETR
9 RECO=VABS(ECO)*FAIXA
EC=ECO*M*RECO/2.
1007 EE=EC*ETR
EVCTR=EE*EV
EBCTR=VB*EB*EE/VMS
VLM=MIG*CEP*(VMS**2)/2./PI/FV
RQ=3.*(VS**2)*RHO/4./GA/CVN
C #####
C CALCULO DOS COEFICIENTES DA EQUACAO
CCA=((EE*EV)*RV)-(EB*ZV)-(EE*(EB**2)*RV*(ZV**2))/(1.-(EB**2))
CCD=(RV**2)/(1.-(EB**2))
CCE=EE*(RV**3)/GAMA/(1.-(EB**2))
CCB=(CCD+(CCA**2))/4.
CCC=((CCA*CCD)-CCE)/8.
M=M+1
C #####
C CALCULO DA SOLUCAO DE ONDA
9155 A=(CCB/3.)*((CCA**2)/9.)
B=(0.5*((CCA*CCB/3.)-CCC))-((CCA**3)/27.)
DDD=(A**3)+(B**2)
IF (DDD.LT.0.0) GO TO 1106
DDD=DDD**0.5
AAA=(B+DDD)
BBB=(B-DDD)
EEE=VABS(AAA)**(1./3.)
FFF=VABS(BBB)**(1./3.)
IF (AAA.LT.0.0) EEE=-EEE
IF (BBB.LT.0.0) FFF=-FFF
GO TO 1109
1106 IF (A.GE.0.0) GO TO 1109
WRITE (6,8025)
WRITE (6,1111)
GO TO 9010
1109 CONTINUE
GGG=EEE+FFF
YY(M)=GGG*(CCA/3.)
C #####
C CALCULO DA SOLUCAO NAU PERIODICA
A=(CCB/3.)*((CCA**2)/9.)
B=(0.5*((CCA*CCD/3.)-CCE))-((CCA**3)/27.)
DDD=(A**3)+(B**2)
```







```
SUBROUTINE JANIC(X,Y,Z,M,N)
DOUBLE PRECISION X(1),Y(1),Z(1),W(1),LL,YN,ZN,PP
DIMENSION M(3)
DATA MM/1H+,1H-,1H /
400 FORMAT (3(1X,E12.6),3X,F7.2,1H-,A1,1H-,1X,1H.,75X,1H.,1X,T*,1H+,T*
#,1H+,T*,1H.)
700 FORMAT (1H+,52X,76(1H.))
YMIN=Y(1)
ZMIN=Z(1)
YMAX=Y(1)
ZMAX=Z(1)
DO 1 J=2,N
IF(Y(J).LT.YMIN)YMIN=Y(J)
IF(Z(J).LT.ZMIN)ZMIN=Z(J)
IF(Y(J).GT.YMAX)YMAX=Y(J)
1 IF(Z(J).GT.ZMAX)ZMAX=Z(J)
UMAX=YMAX
UMIN=YMIN
IF(ZMAX.GT.YMAX) UMAX=ZMAX
IF(ZMIN.LT.YMIN) UMIN=ZMIN
WRITE (6,700)
DO 2 I=1,N
YN=Y(I)/100.
ZN=Z(I)/100.
IF (Y(I).EQ.UMIN) Y(I)=YN
IF (Z(I).EQ.UMIN) Z(I)=ZN
IF (Y(I).EQ.0.0) GO TO 39
PP=100.-(((Y(I)-Z(I))/Y(I))*100.)
39 L=1+(71/(UMAX-UMIN))*(Y(I)-UMIN)
K=1+(71/(OMAX-OMIN))*(Z(I)-UMIN)
LL=OMAX*UMIN
M=M4(3)
IF(LL.GE.0.0) GO TO 102
JL=1-(71/(OMAX-UMIN))*UMIN
102 IF (X(I).LT.0.0) GO TO 92
IF (W(I).GT.PP) GO TO 91
M=M4(1)
GO TO 92
91 M=M4(2)
92 WRITE(6,400) X(I), Y(I), Z(I), PP, M, L+55, K+55, JL+55
IF(I.GE.N) GO TO 25
2 CONTINUE
25 WRITE (6,700)
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE JULIC (FAIXA,EPI,RMI,BM,FS,ION,O,N)
DOUBLE PRECISION E,ME,VE,SI,PI,LN,K,NE,TT,CE,EN,FC,VT,L,VM,CTI,CVI
#,CEV,LL,TE,TI,BB,ZZ,XN(50),VLM,A,RE,NT,MI,CTN,B,FAIXA,P,CEP,CVP,C
#TP,GIUN,RHO,SNT,MIG,M,C,GF,BV,RL,XX(50,5),NN(50),NI(50),NNT,NIT,RN
#,CVN,MN,CTIP,SN(50),RNN,TTE,XL(50,14),XZ(50,50,5),XW(50,5),VML(50)
#,TEXTE,DM,LI(50),D(50),BOHR,NAV,CVIP,MAI,VM1,CD,LD,EPI,RMI,XS(14),
#XK(50),FV,RT(50),TTI(50),BM(20),FS(20),VB,VMS,MII,RHON,MNN,NNNT,CE
#VN,VMN,LNN,FVISC

```

DIMENSION O(9)

```

C      # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
C      TOMAR:  XS(1)---(GAMA)
C              XS(2)---(CP) EM CAL/G. GRAUS K
C              XS(3)---(VS) EM M/SEG
C              XS(4)---(P) EM ATM
C              XS(5)---(T) EM GRAUS K
C              XS(6)---(M) EM KG/KMOL
C              XS(7)---(RHO) EM G/CC
C              XS(8)---(XE) EM FRACAO MOLAR
C              XS(9)---TESTE
C              XS(10)---(GAMA) [NEUTRO]
C              XS(11)---(CP) EM CAL/G.GRAUS K [NEUTRO]
C              XS(12)---(VS) EM M/SEG [NEUTRO]
C              XS(13)---(M) EM KG/KMOL [NEUTRO]
C              XS(14)---(RHO) EM G/CC [NEUTRO]
C              XX(I,1)-(XN) EM FRACAO MOLAR
C              XX(I,2)-(XN) EM FRACAO MOLAR [NEUTRO]
C              XX(I,3)-(XI) EM FRACAO MOLAR
C              XX(I,4)-(MA) EM U.M.A.
C              XX(I,5)-(NA)
C              BV---(INDUCAO MAG.) EM GAUSS
C              O(1)---(CONTROLE DE SAIDA)

```

PARA O(1)=1 OU 2 CURTA COEF. TRANS.  
O(1)=1 OU 3 CURTA DADOS DE ENTRADA

```

C      # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
C      FORMATOS

```

- 101 FORMAT (4X,39HCOEF. ADIABATICO (ADM)..... = ,E14.8,/)
- 201 FORMAT (4X,39HPRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = ,F14.2,17X,39
 #HTEMPERATURA EM GRAUS K..... = ,F14.2,/)
- 202 FORMAT (4X,39HDENSIDADE DA SUBSTANCIA EM KG/MC..... = ,E14.8,17X,43
 #HCOEF. DE TRANSPORTE PAR. AO CAMPO MAGNETICO,/)
- 303 FORMAT (4X,39HTEMPO MEDIO DE COLISAO EM SEG..... = ,E14.8,17X,39
 #HGIROFREQUENCIA EM RAD./SEG ..... = ,E14.8,/)
- 304 FORMAT (4X,39HSECCAO RETA DE COLISAO EM MO..... = ,E14.8,17X,39
 #HVELOCIDADE DE ALFVEN EM M/SEG ..... = ,E14.8,/)
- 311 FORMAT (8(E9.5),E8.4/5(E9.5))
- 312 FORMAT (2(E9.5),21X,E9.5,21X,F7.3,1X,I3)
- 315 FORMAT (11X,9(E10.5,2X),/)
- 600 FORMAT (4X,39HTEMPERATURA DOS ELETRONS EM GRAUS K. = ,E14.8,17X,43
 #HCOEF. DE TRANSPORTE PER. AO CAMPO MAGNETICO,/)
- 602 FORMAT (4X,39HNUM. DENS. ELEM. NEUTROS EM PART/MC. = ,E14.8,17X,39
 #HCOEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = ,E14.8,///)
- 700 FORMAT (4X,39HGRAU DE IONIZACAO (ADM)..... = ,E14.8,17X,39
 #HCONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K= ,E14.8,/)
- 800 FORMAT (4X,39HNUM. DE DENS. DE ELETRONS EM PART/MC = ,E14.8,17X,39
 #HCONDUTIVIDADE ELETRICA EM MH0/M..... = ,E14.8,/)
- 900 FORMAT (4X,39HNUM. DE DENS. DE IONS EM PART/MC.... = ,E14.8,17X,39
 #HCONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K= ,E14.8,/)
- 901 FORMAT (4X,39HLIVRE CAMINHO MEDIO EM M..... = ,E14.8)
- 902 FORMAT (4X,39HVELOCIDADE TERMICA EM M/SEG..... = ,E14.8,17X,39
 #HCOEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = ,E14.8,///)











```
WRITE (6,921) SI,VMS
WRITE (6,907) FC,CD
WRITE (6,303) TT,GF
WRITE (6,901) L
IF (BB.EQ.0.0) GO TO 9004
WRITE (6,1020) RL
9004 CONTINUE
CALL KARLIC (TE,L,XS(10),XS(12),XS(5),P,RHON,TI,FAIXA,CEP,BV,VT,VM
#,EPI,MIG,CVIP,CTIP,CVN,CTN,M1,CD,VB,VMS,XS(1),XS(3),RHO,FV,U,N)
IF (JV.EQ.0(9)) GO TO 51
GO TO 52
3 RETURN
END
```

```
SUBROUTINE LUIC (XIT,YIT,B)
DOUBLE PRECISION X(11),Y(11),Z(11),W(11),XIT,YIT,B
DATA X/.01,.014,.02,.03,.05,.07,.1,.14,.2,.3,.5/
DATA Y/5.6,4.8,3.9,3.0,1.8,1.05,.41,.22,.155,.152,.25/
DATA W/5.6,4.8,3.9,3.0,1.8,1.05,.41,.22,.155,.152,.25/
DATA Z/400.,320.,250.,210.,170.,165.,160.,165.,185.,250.,280/
B=3.
IF (YIT.EQ.55.) B=6.
IF (YIT.EQ.55) GO TO 9
GO TO 11
9 DO 10 I=1,11
  Y(I)=Z(I)
10 CONTINUE
11 DO 1 I=1,11
  IF (XIT.LT.X(I+1)) GO TO 2
  1 CONTINUE
  2 YIT=((Y(I+1)-Y(I))/(X(I+1)-X(I)))*(XIT-X(I))+Y(I)
  DO 20 I=1,11
  Y(I)=W(I)
20 CONTINUE
RETURN
END.
```

3. - SOLUÇÃO PARA A MISTURA DE ARGÔNIO E CÉSIO

Apresenta-se neste parágrafo algumas das folhas resposta, da simulação feita.

QUADROS DE SAIDA  
DO PROGRAMA NASA SP-273

THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO. 1

CHEMICAL FORMULA  
OXIDANT AR 1.00000  
FUEL CS 1.00000

WT FRACTION (SEE NOTE)	ENERGY CAL/MOL	STATE	TEMP DEG K	DENSITY G/CC
1.00000	0.000	G	647.95	0.0000
1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

D/F=570.4286 PERCENT FUEL= 0.1750 EQUIVALENCE RATIO= 0.0000 REACTANT DENSITY= 0.0000

THERMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	2000	2000	2000	2000
RHO, G/CC	2.4372-5	2.4372-4	2.4372-3	2.4372-2
H, CAL/G	211.6	211.6	211.6	211.6
S, CAL/(G)(K)	1.2757	1.1613	1.0469	0.9325
M, MOL WT	39.997	39.997	39.997	39.997
(DLV/DLP)T	-1.00000	-1.00000	-1.00000	-1.00000
(DLV/DLP)P	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
CP, CAL/(G)(K)	0.1242	0.1242	0.1242	0.1242
GAMMA (S)	1.6667	1.6667	1.6667	1.6667
SUN VEL, M/SEC	832.4	832.4	832.4	832.4

MOLE FRACTIONS

AR	9.9947-1	9.9947-1	9.9947-1	9.9947-1
CS	5.2665-4	5.2665-4	5.2665-4	5.2665-4

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN  $1.0000E-09$  FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

CS(S) CS(L)

NOTE, WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS

THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO.	1		WT FRACTION	ENERGY	STATE	TEMP	DENSITY
	CHEMICAL FORMULA		(SEE NOTE)	CAL/MOL		DEG K	G/CC
OXIDANT	AR 1.00000		1.00000	0.000	G	647.95	0.0000
FUEL	CS 1.00000		1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

O/F=570.4286    PERCENT FUEL= 0.1750    EQUIVALENCE RATIO= 0.0000    REACTANT DENSITY= 0.0000

THEMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	2000	2000	2000	2000
RHO, G/CC	2.4372*5	2.4372*4	2.4372*3	2.4372*2
H, CAL/G	211.6	211.6	211.6	211.6
S, CAL/(G)(K)	1.2757	1.1613	1.0469	0.9325
M, MOL WT	39.997	39.997	39.997	39.997
(DLV/DLP)T	-1.00000	-1.00000	-1.00000	-1.00000
(DLV/DLT)P	1.0001	1.0000	1.0000	1.0000
CP, CAL/(G)(K)	0.1243	0.1242	0.1242	0.1242
GAMMA (S)	1.6658	1.6664	1.6666	1.6666
SOUND VEL, M/SEC	832.2	832.3	832.4	832.4

MOLE FRACTIONS

E	8.2614*6	2.6274*6	8.3324*7	2.6343*7
AR	9.9947*1	9.9947*1	9.9947*1	9.9947*1
CS	5.1841*4	5.2404*4	5.2705*4	5.2678*4
CS+	8.2665*6	2.6274*6	8.3325*7	2.6343*7

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN .10000E-09 FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

AR+            CS(S)            CS(L)

NOTE, WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS

THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO. 1

CHEMICAL FORMULA  
OXIDANT AR 1.00000  
FUEL CS 1.00000

WT FRACTION (SEE NOTE)	ENERGY CAL/MOL	STATE	TEMP DEG K	DENSITY G/CC
1.00000	0.000	G	647.93	0.0000
1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

O/F=570.4286 PERCENT FUEL= 0.1750 EQUIVALENCE RATIO= 0.0000 REACTANT DENSITY= .0.0000

THERMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	3000	3000	3000	3000
RHO, G/CC	1.6248 <sup>-5</sup>	1.6248 <sup>-4</sup>	1.6248 <sup>-3</sup>	1.6248 <sup>-2</sup>
H, CAL/G	335.8	335.8	335.8	335.8
S, CAL/(G)(K)	1.3261	1.2117	1.0973	0.9829
M, MOL WT	39.997	39.997	39.997	39.997
(DLV/DLP)T	-1.00000	-1.00000	-1.00000	-1.00000
(DLV/DLT)P	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CP, CAL/(G)(K)	0.1242	0.1242	0.1242	0.1242
GAMMA (S)	1.6665	1.6665	1.6665	1.6665
SUN VEL, M/SEC	1019.4	1019.4	1019.4	1019.4

MOLE FRACTIONS

AR	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>
CS	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN .10000E-09 FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

CS(S) CS(L)

NOTE, WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS

THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO. 1

CHEMICAL FORMULA  
OXIDANT AR 1.00000  
FUEL CS 1.00000

WT FRACTION (SEE NOTE)	ENERGY CAL/MOL	STATE	TEMP DEG K	DENSITY G/CC
1.00000	0.000	G	647.95	0.0000
1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

O/F=570.4286 PERCENT FUEL= 0.1750 EQUIVALENCE RATIO= 0.0000 REACTANT DENSITY= 0.0000

THERMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	3000	3000	3000	3000
RHO, G/CC	1.6242-5	1.6245-4	1.6247-3	1.6248-2
M, CAL/G	336.7	336.2	336.0	335.9
S, CAL/(G)(K)	1.3264	1.2118	1.0973	0.9829
M, MOL WT	39.984	39.991	39.995	39.996
(ULV/ULP)T	-1.00009	-1.00006	-1.00002	-1.00001
(ULV/ULT)P	1.0015	1.0011	1.0004	1.0001
CP, CAL/(G)(K)	0.1256	0.1252	0.1246	0.1244
GAMMA (S)	1.6502	1.6506	1.6641	1.6657
SUN VEL, M/SEC	1017.1	1017.7	1018.7	1019.2

MOLE FRACTIONS

E	3.3527-4	1.4899-4	5.2779-5	1.7304-5
AR	9.9914-1	9.9932-1	9.9942-1	9.9946-1
CS	1.9121-4	3.7759-4	4.7385-4	5.0934-4
CS*	3.3527-4	1.4899-4	5.2779-5	1.7304-5

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN 1.0000E-09 FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

AR\* CS(S) CS(L)

NOTE. WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS



THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO. 1

CHEMICAL FORMULA  
OXIDANT AR 1.00000  
FUEL CS 1.00000

WT FRACTION (SEE NOTE)	ENERGY CAL/MOL	STATE	TEMP DEG K	DENSITY G/CC
1.00000	0.000	G	647.95	0.0000
1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

O/F=570.4286 PERCENT FUEL= 0.1750 EQUIVALENCE RATIO= 0.0000 REACTANT DENSITY= 0.0000

THERMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	4000	4000	4000	4000
RHO, G/CC	1.2186 <sup>-5</sup>	1.2186 <sup>-4</sup>	1.2186 <sup>-3</sup>	1.2186 <sup>-2</sup>
M, CAL/G	460.1	460.1	460.1	460.1
S, CAL/(G)(K)	1.3618	1.2474	1.1330	1.0186
M, MOL WT	39.997	39.997	39.997	39.997
(DLV/DLP)T	-1.00000	-1.00000	-1.00000	-1.00000
(DLV/DLT)P	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CP, CAL/(G)(K)	0.1243	0.1243	0.1243	0.1243
GAMMA (S)	1.6661	1.6661	1.6661	1.6661
SOUND VEL, M/SEC	1177.0	1177.0	1177.0	1177.0

MOLE FRACTIONS

AR	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>	9.9947 <sup>-1</sup>
CS	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>	5.2665 <sup>-4</sup>

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN 1.0000E-09 FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

CS(S) CS(L)

NOTE: WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS

THERMODYNAMIC EQUILIBRIUM PROPERTIES AT ASSIGNED  
TEMPERATURE AND PRESSURE

CASE NO.	1		WT FRACTION	ENERGY	STATE	TEMP	DENSITY
	CHEMICAL FORMULA		(SEE NOTE)	CAL/MOL		DEG K	G/CC
OXIDANT	AR 1.00000		1.00000	0.000	G	647.95	0.0000
FUEL	CS 1.00000		1.00000	0.000	S	298.15	0.0000

O/F=570.4286    PERCENT FUEL= 0.1750    EQUIVALENCE RATIO= 0.0000    REACTANT DENSITY= 0.0000

THEMODYNAMIC PROPERTIES

P, ATM	0.1000	1.0000	10.000	100.00
T, DEG K	4000	4000	4000	4000
RHO, G/CC	1.2180 <sup>-5</sup>	1.2180 <sup>-4</sup>	1.2182 <sup>-3</sup>	1.2184 <sup>-2</sup>
H, CAL/G	461.4	461.3	460.9	460.4
S, CAL/(G)(K)	1.3623	1.2478	1.1332	1.0187
H, MOL WT	39.976	39.978	39.984	39.992
{ULV/ULP}T	-1.00001	-1.00004	-1.00009	-1.00006
{ULV/ULT}P	1.0001	1.0005	1.0012	1.0008
CP, CAL/(G)(K)	0.1243	0.1246	0.1251	0.1248
GAMMA (S)	1.6664	1.6645	1.6619	1.6634
SUN VEL, M/SEC	1177.4	1176.7	1175.7	1176.1

MOLE FRACTIONS

E	5.2046 <sup>-4</sup>	4.7675 <sup>-4</sup>	3.1278 <sup>-4</sup>	1.3405 <sup>-4</sup>
AR	7.9895 <sup>-1</sup>	9.9900 <sup>-1</sup>	9.9916 <sup>-1</sup>	9.9934 <sup>-1</sup>
CS	5.9175 <sup>-6</sup>	4.9653 <sup>-5</sup>	2.1371 <sup>-4</sup>	3.9253 <sup>-4</sup>
CS*	5.2046 <sup>-4</sup>	4.7675 <sup>-4</sup>	3.1278 <sup>-4</sup>	1.3405 <sup>-4</sup>

ADDITIONAL PRODUCTS WHICH WERE CONSIDERED BUT WHOSE MOLE FRACTIONS WERE LESS THAN 1.0000E-09 FOR ALL ASSIGNED CONDITIONS

AR\*            CS(S)            CS(L)

NOTE: WEIGHT FRACTION OF FUEL IN TOTAL FUELS AND OF OXIDANT IN TOTAL OXIDANTS

DAOS DE ENTRADA  
DO EXEMPLO NUMERICO

[EB] = 10000.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

[FS] = 15000.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

.....GAS IONIZADO

[P]	[T]	[CP]	[M]	[RHD]	[XF]	[XN]	[XI]	[NA]
.10000E+01	.40000E+04	.12460E+00	.39978E+02	.12180E-03	.47675E-03	.99900E+00	.0	.39944E+02
.10000E+01	.40000E+04	.12460E+00	.39978E+02	.12180E-03	.47675E-03	.49653E-04	.47675E-03	.13291E+03

.....GAS NEUTRO

[P]	[T]	[GAMA]	[CP]	[VS]	[M]	[RHD]	[XN]	[NA]
.10000E+01	.40000E+04	.16661E+01	.12430E+00	.11770E+04	.39997E+02	.12186E-03	.99947E+00	.18000E+02
.10000E+01	.40000E+04	.16661E+01	.12430E+00	.11770E+04	.39997E+02	.12186E-03	.52665E-03	.55000E+02

[BH] = 1000.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

[FS] = 3000.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000  
 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

.....GAS IONIZADO

[P]	[T]	[CP]	[M]	[RHO]	[XE]	[XN]	[XI]	[MA]
.10000E+00	.40000E+04	.12430E+00	.39976E+02	.12180E-04	.52046E-03	.99895E+00	.0	.39944E+02
.10000E+00	.40000E+04	.12430E+00	.39976E+02	.12180E-04	.52046E-03	.59175E-05	.52046E-03	.13291E+03

.....GAS NEUTRO

[P]	[T]	[GAMA]	[CP]	[VS]	[M]	[RHO]	[XN]	[NA]
.10000E+00	.40000E+04	.16661E+01	.12430E+00	.11770E+04	.39997E+02	.12186E-04	.99947E+00	.18000E+02
.10000E+00	.40000E+04	.16661E+01	.12430E+00	.11770E+04	.39997E+02	.12186E-04	.52665E-03	.55000E+02

[BS] = 1000.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00;  
 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00;

[FS] = 2000.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00;  
 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00; 0.00;

.....GAS IONIZATION

[P]	[T]	[CP]	[M]	[RH0]	[XE]	[XN]	[XI]	[NA]
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.99914E+00	.0	.39944E+02
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.19121E-03	.33527E-03	.13291E+03

.....GAS NEUTRON

[P]	[T]	[GAMA]	[CP]	[NS]	[M]	[RH0]	[XN]	[NA]
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.99947E+00	.18000E+02
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.52665E-03	.55000E+02

[BBJ] *	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

[FS] *	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

.....GAS IONIZADO

[P]	[T]	[CP]	[M]	[RHO]	[XE]	[XN]	[XI]	[MA]
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.99914E+00	.0	.39944E+02
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.19121E-03	.33527E-03	.13291E+03

.....GAS NEUTRO

[P]	[T]	[GAMA]	[CP]	[VS]	[M]	[RHO]	[XN]	[NA]
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.99947E+00	.18000E+02
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.52665E-03	.55000E+02

[BR] =	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

[FS] =	100.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

.....GAS IONIZADO

[P]	[T]	[CP]	[M]	[RHO]	[XE]	[XN]	[XI]	[NA]
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.99914E+00	.0	.39944E+02
.10000E+00	.30000E+04	.12560E+00	.39984E+02	.16242E-04	.33527E-03	.19121E-03	.33527E-03	.13291E+03

.....GAS NEUTRO

[P]	[T]	[GAMA]	[CP]	[VS]	[M]	[RHO]	[XN]	[NA]
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.99947E+00	.18000E+02
.10000E+00	.30000E+04	.16665E+01	.12420E+00	.10194E+04	.39997E+02	.16248E-04	.52665E-03	.55000E+02



FREQUENCIA EM HERTZ.....	15000.00
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS..	10000.00
TEMPERATURA EM GRAUS KELVIN.....	4000.00
PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM.....	1.00

PRESSÃO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = 1,00  
INDUÇÃO MAGNÉTICA IMPOSTA EM GAUSS.. = 10000,00

DENSIDADE DA SUBSTANCIA EM KG/MC.... = .12180000E+00  
NUM. DE DENS. DE ELETRONS EM PART/MC = .87475518E+21  
NUM. DE DENS. DE IONS EM PART/MC.... = .87475518E+21  
NUM. DENS. ELEM. NEUTROS EM PART/MC. = .18330862E+25

TEMPERATURA DOS ELETRONS EM GRAUS K. = .40000000E+04  
TEMPERATURA DOS IONS EM GRAUS K..... = .40000000E+04  
GRAU DE IONIZAÇÃO (ADM)..... = .47697589E-03  
ENERGIA CINÉTICA EM ELETRON-VOLT... = .43884269E+00

VEL. MEDIA DAS MOL. NEUTRAS EM M/SEG = .11272724E+04  
VEL. MEDIA DOS ELETRONS EM M/SEG.... = .39290735E+06  
VELOCIDADE TÉRMICA EM M/SEG..... = .14556074E+04

COEF. ADIABÁTICO (ADM)..... = .16645000E+01  
CALOR ESP (V)CTE EM KCAL/KG.GRAUS K. = .74857315E-01

SECCAO RETA DE COLISAO EM MQ..... = .13552322E-17  
SECCAO RETA EFETIVA DE COLISAO EM MC = .79190190E-16

FREQ. MEDIA DE COLISOES EM COL./SEG. = .20810044E+10

TEMPO MEDIO DE COLISAO EM SEG..... = .48053719E-09

LIVRE CAMINHO MEDIO EM M..... = .54149630E+06

TEMPERATURA EM GRAUS K..... = 4000,00  
VELOCIDADE SONICA DO MEIO EM M/SEG.. = 1176,70

COEF. DE TRANSPORTE PAR. AO CAMPO MAGNÉTICO  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM MHO/M..... = .75130383E+03  
CONDUTIVIDADE TÉRMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11463826E-05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22971354E-04

COEF. DE TRANSPORTE PER. AO CAMPO MAGNÉTICO  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM MHO/M..... = .75130383E+03  
CONDUTIVIDADE TÉRMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11463826E-05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22971354E-04

COEF. DE TRANSPORTE ASSUMINDO GAS NEUTRO  
CONDUTIVIDADE TÉRMICA EM KCAL/SEG.M.K = .15910917E-05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .31990159E-04

VELOCIDADE DE ALFVEN EM M/SEG ..... = .25560622E+04  
VELOCIDADE MAGNETOSONICA EM M/SEG .. = .28139078E+04

COMPRIMENTO DE DERVE EM M ..... = .14754885E-06

GIROFREQÜENCIA EM RAD./SEG ..... = .58670523E+03

RAIO DE LARMOR EM M ..... = .16205138E-02

[ ONDAS SÓNICAS 1

[FS] = .14996177E+05

[FTEP] = .82062587E+10

[LAMB] = .78466667E-01

[EV] = .17112243E-00

[ER] = .10302745E+00

[EY] = .85684691E-05

[EB] = .30137153E-01

[BETA] = .39278120E+01

EC[EP] = .17178084E+00

[DELTA] = .68744027E-01

[VLIM] = .79348644E-01

EC[ENP] = .10303601E+00

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B1)	(C1)	(D1)	(E1)	(E(B)(E)ZV)	(EV(E))
-.12365737E+01	.42603551E+00	-.11163370E-01	-.2788E+01	-.7915E-01	-.4947E-04
-.11933259E+01	.39970932E+00	-.10746064E-01	-.2685E+01	-.7632E-01	-.4771E-04
-.11501980E+01	.37449573E+00	-.10408759E-01	-.2582E+01	-.7349E-01	-.4594E-04
-.11070101E+01	.35012473E+00	-.10031453E-01	-.2476E+01	-.7066E-01	-.4417E-04
-.10634222E+01	.32668633E+00	-.96501477E-02	-.2375E+01	-.6784E-01	-.4240E-04
-.10204344E+01	.30418952E+00	-.92748421E-02	-.2272E+01	-.6501E-01	-.4064E-04
-.97744651E+00	.28250731E+00	-.88995366E-02	-.2168E+01	-.6218E-01	-.3887E-04
-.93425865E+00	.26126669E+00	-.85222310E-02	-.2065E+01	-.5936E-01	-.3710E-04
-.89107077E+00	.24225967E+00	-.81449255E-02	-.1962E+01	-.5653E-01	-.3534E-04
-.84782292E+00	.22348325E+00	-.77676199E-02	-.1859E+01	-.5370E-01	-.3357E-04
-.80465506E+00	.20564042E+00	-.73903144E-02	-.1759E+01	-.5088E-01	-.3180E-04
-.76150719E+00	.18873019E+00	-.70130084E-02	-.1652E+01	-.4805E-01	-.3004E-04
-.71831933E+00	.17275259E+00	-.66357033E-02	-.1549E+01	-.4522E-01	-.2827E-04
-.67513147E+00	.15770751E+00	-.62583977E-02	-.1446E+01	-.4240E-01	-.2650E-04
-.63194360E+00	.14359507E+00	-.58810922E-02	-.1342E+01	-.3957E-01	-.2473E-04
-.58875574E+00	.13041522E+00	-.55037866E-02	-.1239E+01	-.3674E-01	-.2297E-04
-.54556788E+00	.11816794E+00	-.51244611E-02	-.1136E+01	-.3392E-01	-.2120E-04
-.50238001E+00	.10685331E+00	-.47491755E-02	-.1033E+01	-.3109E-01	-.1943E-04
-.45919215E+00	.96471245E-01	-.43718699E-02	-.9294E+00	-.2826E-01	-.1767E-04
-.41600429E+00	.87021779E-01	-.39945644E-02	-.8261E+00	-.2544E-01	-.1590E-04
-.37281642E+00	.78504908E-01	-.36172588E-02	-.7228E+00	-.2261E-01	-.1413E-04
-.32962856E+00	.70920434E-01	-.32399533E-02	-.6196E+00	-.1978E-01	-.1237E-04
-.28644069E+00	.64264959E-01	-.28626477E-02	-.5163E+00	-.1695E-01	-.1060E-04
-.24325283E+00	.58549872E-01	-.24853422E-02	-.4130E+00	-.1413E-01	-.8831E-05
-.20006497E+00	.53733385E-01	-.21080366E-02	-.3098E+00	-.1130E-01	-.7064E-05
-.15687710E+00	.49409494E-01	-.17307311E-02	-.2065E+00	-.8474E-02	-.5297E-05
-.11368924E+00	.46288194E-01	-.13534255E-02	-.1033E+00	-.6446E-02	-.3530E-05
-.70501274E-01	.44990494E-01	-.97611996E-03	-.9095E-12	-.2821E-02	-.1763E-05
-.27313513E-01	.43943294E-01	-.59841441E-03	-.1033E+00	-.4162E-05	-.3852E-08
-.15874351E-01	.43819886E-01	-.22150885E-03	-.2065E+00	-.2065E-02	-.1771E-05
-.59062214E-01	.44428973E-01	-.15579670E-03	-.3098E+00	-.5660E-02	-.3538E-05
-.10225099E+00	.46370657E-01	-.53310225E-03	-.4130E+00	-.8487E-02	-.5305E-05
-.14543794E+00	.49040936E-01	-.91040781E-03	-.4130E+00	-.1131E-01	-.7072E-05
-.16862521E+00	.52651811E-01	-.12877134E-02	-.6196E+00	-.1414E-01	-.8839E-05
-.23181367E+00	.57191281E-01	-.16650189E-02	-.7228E+00	-.1697E-01	-.1061E-04
-.27500153E+00	.62663348E-01	-.20423245E-02	-.8261E+00	-.1979E-01	-.1237E-04
-.31818940E+00	.69068010E-01	-.24196300E-02	-.9294E+00	-.2262E-01	-.1414E-04
-.36137726E+00	.76405264E-01	-.27949356E-02	-.1033E+01	-.2545E-01	-.1591E-04
-.40456512E+00	.84675122E-01	-.31742411E-02	-.1136E+01	-.2827E-01	-.1767E-04
-.44775299E+00	.9387572E-01	-.35515467E-02	-.1239E+01	-.3110E-01	-.1944E-04
-.49094065E+00	.10401262E+00	-.39288522E-02	-.1342E+01	-.3393E-01	-.2121E-04
-.53412271E+00	.11508024E+00	-.43061578E-02	-.1446E+01	-.3676E-01	-.2298E-04
-.57731654E+00	.12709050E+00	-.46834633E-02	-.1549E+01	-.3958E-01	-.2474E-04
-.62050444E+00	.14001333E+00	-.50607689E-02	-.1652E+01	-.4241E-01	-.2651E-04
-.66369231E+00	.15387076E+00	-.54390745E-02	-.1759E+01	-.4520E-01	-.2824E-04
-.70688017E+00	.16867674E+00	-.58163800E-02	-.1859E+01	-.4806E-01	-.3004E-04
-.75006803E+00	.18440740E+00	-.61926856E-02	-.1962E+01	-.5089E-01	-.3181E-04
-.79325590E+00	.20147062E+00	-.65699911E-02	-.2065E+01	-.5372E-01	-.3358E-04
-.83644376E+00	.21866643E+00	-.69472957E-02	-.2168E+01	-.5654E-01	-.3534E-04
-.87963162E+00	.23719484E+00	-.73246022E-02	-.2272E+01	-.5937E-01	-.3711E-04
-.92281949E+00	.25645584E+00	-.77019078E-02	-.2375E+01	-.6220E-01	-.3887E-04
-.96600735E+00	.27704944E+00	-.80792133E-02	-.2476E+01	-.6502E-01	-.4064E-04
-.10071552E+01	.29837563E+00	-.84565189E-02	-.2582E+01	-.6785E-01	-.4241E-04
-.10522831E+01	.32063442E+00	-.88338244E-02	-.2685E+01	-.7068E-01	-.4418E-04
-.10955709E+01	.34382501E+00	-.92111300E-02	-.2788E+01	-.7350E-01	-.4595E-04
-.11397568E+01	.36794979E+00	-.95884358E-02	-.2891E+01	-.7633E-01	-.4771E-04

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (\*) F. GAS IONIZADO... (\*\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 10000.00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
.27282659+01	.672014E-01	.285073E-01	42.42
.258479E+01	.695158E-01	.295146E-01	42.46
.258153E+01	.719826E-01	.305920E-01	42.50
.247227E+01	.746154E-01	.317442E-01	42.55
.237501E+01	.774282E-01	.329844E-01	42.60
.227174E+01	.804358E-01	.343163E-01	42.66
.216848E+01	.836523E-01	.357494E-01	42.74
.206522E+01	.870925E-01	.372939E-01	42.82
.196196E+01	.907679E-01	.389596E-01	42.92
.185870E+01	.946859E-01	.407561E-01	43.04
.175544E+01	.988452E-01	.426916E-01	43.19
.165218E+01	.103230E+00	.447712E-01	43.37
.154892E+01	.107779E+00	.469935E-01	43.59
.144566E+01	.112475E+00	.493657E-01	43.87
.134239E+01	.117116E+00	.517946E-01	44.23
.123913E+01	.121497E+00	.542745E-01	44.67
.113587E+01	.125275E+00	.566659E-01	45.24
.103261E+01	.127978E+00	.587975E-01	45.94
.929350E+00	.129018E+00	.603974E-01	46.81
.826089E+00	.127773E+00	.611521E-01	47.86
.722828E+00	.123716E+00	.607452E-01	49.10
.619567E+00	.116543E+00	.589457E-01	50.58
.516306E+00	.106250E+00	.556697E-01	52.39
.413045E+00	.939739E-01	.509843E-01	54.78
.309783E+00	.774161E-01	.458643E-01	58.21
.206522E+00	.597732E-01	.381378E-01	63.80
.103261E+00	.406577E-01	.308457E-01	74.88
.909495E-12	.205742E-01	.222216E-01	109.01
.103261E+00	.319064E-01	.134850E-01	****
.206522E+00	-.205594E-01	.504285E-02	-24.54
.309783E+00	-.406342E-01	.350624E-02	4.63
.413045E+00	-.597503E-01	.117667E-01	19.69
.516306E+00	-.773939E-01	.195431E-01	25.25
.619567E+00	-.930522E-01	.266406E-01	28.63
.722828E+00	-.106234E+00	.328713E-01	30.94
.826089E+00	-.116530E+00	.380926E-01	32.67
.929350E+00	-.123700E+00	.421954E-01	34.05
.103261E+01	-.127759E+00	.449972E-01	35.21
.113587E+01	-.129008E+00	.467071E-01	36.21
.123913E+01	-.127968E+00	.474214E-01	37.06
.134239E+01	-.125267E+00	.473253E-01	37.78
.144566E+01	-.121490E+00	.464295E-01	38.38
.154892E+01	-.117110E+00	.455284E-01	38.88
.165218E+01	-.112470E+00	.441788E-01	39.28
.175544E+01	-.107796E+00	.426971E-01	39.61
.185870E+01	-.103227E+00	.411691E-01	39.89
.196196E+01	-.988426E-01	.394338E-01	40.10
.206522E+01	-.946837E-01	.381372E-01	40.28
.216848E+01	-.907660E-01	.366963E-01	40.43
.227174E+01	-.870900E-01	.353209E-01	40.56
.237501E+01	-.836508E-01	.340195E-01	40.66
.247827E+01	-.804343E-01	.327814E-01	40.76
.258153E+01	-.774270E-01	.316170E-01	40.82
.268479E+01	-.746144E-01	.305196E-01	40.90
.278805E+01	-.719917E-01	.294859E-01	40.96
.289131E+01	-.695146E-01	.285120E-01	41.02

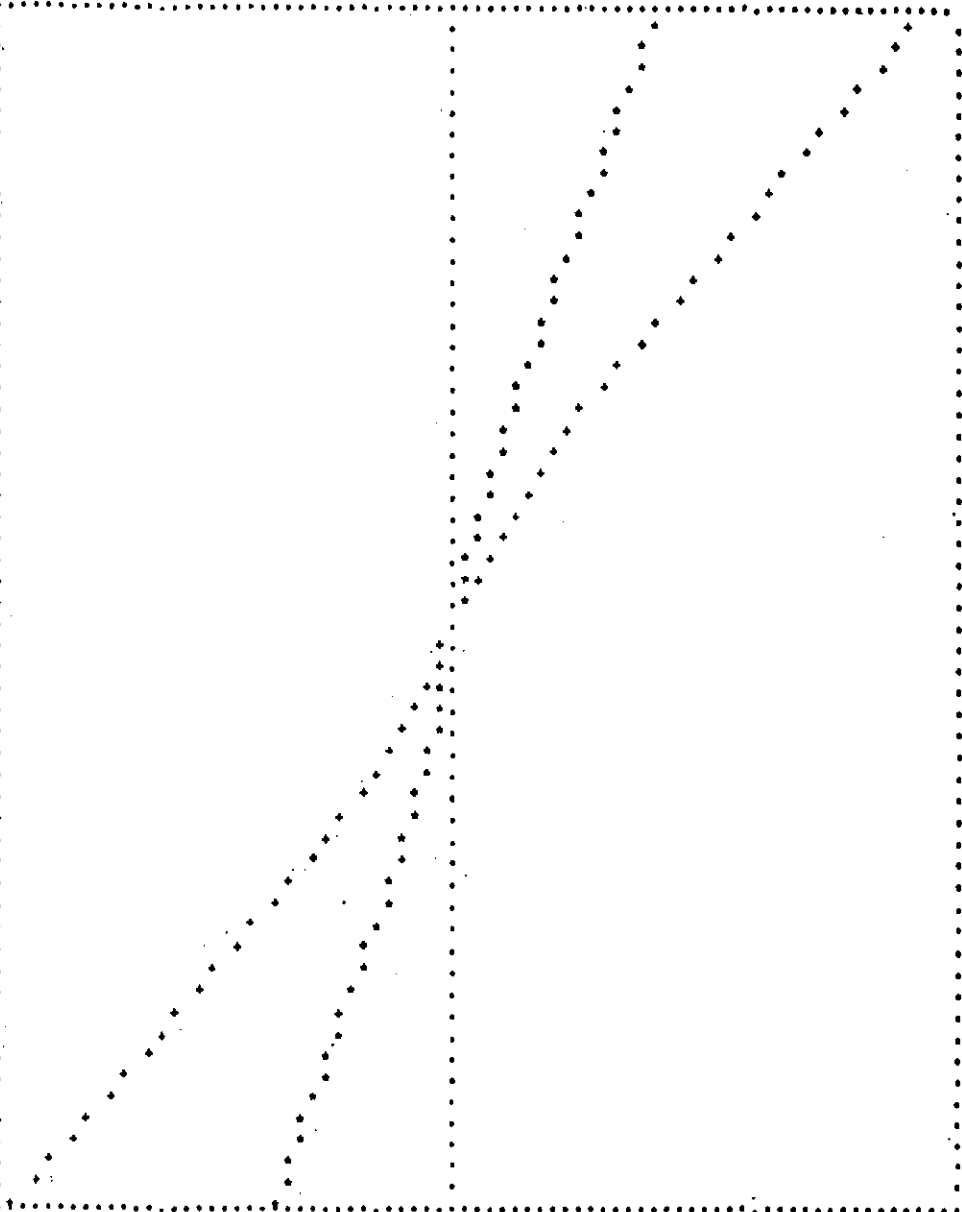
- C.41 -

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(E)(Z)	(E)(Z)
-12365737F+01	.17502755F+00	-12712750E+00	.2788E+01	-.7915E-01	-.4947E-04
-11933858F+01	.17502755F+00	-12258688E+00	.2685E+01	-.7632E-01	-.4771E-04
-11501990F+01	.17502755F+00	-11804626E+00	.2582E+01	-.7349E-01	-.4594E-04
-11070101F+01	.17502755F+00	-11350564E+00	.2478E+01	-.7066E-01	-.4417E-04
-10638222F+01	.17502755F+00	-10896502E+00	.2375E+01	-.6784E-01	-.4240E-04
-10206344F+01	.17502755F+00	-10442440E+00	.2272E+01	-.6501E-01	-.4064E-04
-97744451F+00	.17502755F+00	-99883774F-01	.2168E+01	-.6218E-01	-.3887E-04
-93425865F+00	.17502755F+00	-95343153F-01	.2065F+01	-.5936E-01	-.3710E-04
-89107079F+00	.17502755F+00	-90802531E-01	.1962E+01	-.5653F-01	-.3534E-04
-84788292F+00	.17502755F+00	-86261910E-01	.1859F+01	-.5370E-01	-.3357E-04
-80469506F+00	.17502755F+00	-81721288E-01	.1755F+01	-.5088E-01	-.3180E-04
-76150719F+00	.17502755F+00	-77180667E-01	.1652E+01	-.4805F-01	-.3004E-04
-71831933F+00	.17502755F+00	-72640045E-01	.1549F+01	-.4522E-01	-.2827E-04
-67513147F+00	.17502755F+00	-68099424E-01	.1446F+01	-.4240E-01	-.2650E-04
-63194360F+00	.17502755F+00	-63558803E-01	.1342E+01	-.3957E-01	-.2473E-04
-58875574F+00	.17502755F+00	-59018181E-01	.1239F+01	-.3674E-01	-.2297E-04
-54556788F+00	.17502755F+00	-54477560E-01	.1136F+01	-.3392E-01	-.2120E-04
-50238001F+00	.17502755F+00	-49936938E-01	.1033E+01	-.3109E-01	-.1943E-04
-45919215F+00	.17502755F+00	-45396317E-01	.9294F+00	-.2826E-01	-.1767E-04
-41600429F+00	.17502755F+00	-40855695E-01	.8261F+00	-.2544E-01	-.1590E-04
-37281642F+00	.17502755F+00	-36315074E-01	.7228E+00	-.2261E-01	-.1413E-04
-32962856F+00	.17502755F+00	-31774452E-01	.6196F+00	-.1978E-01	-.1237E-04
-28644069F+00	.17502755F+00	-27233831E-01	.5163F+00	-.1695E-01	-.1060E-04
-24325283F+00	.17502755F+00	-22693209E-01	.4130E+00	-.1413E-01	-.8831E-05
-20006497F+00	.17502755F+00	-18152588E-01	.3098F+00	-.1130E-01	-.7064E-05
-15687710E+00	.17502755F+00	-13611966E-01	.2065F+00	-.8474E-02	-.5297E-05
-11368924F+00	.17502755F+00	-90713449E-02	.1033E+00	-.5648E-02	-.3530E-05
-70501374F-01	.17502755F+00	-45307234E-02	.9294F+00	-.2821E-02	-.1763E-05
-27313513F-01	.17502755F+00	-98940701E-05	.1033F+00	.6162E-05	.3852E-08
.15874351F-01	.17502755F+00	.45505195E-02	.2065E+00	.2833F-02	.1771E-05
.59042214F-01	.17502755F+00	.90911410F-02	.3098E+00	.5660F-02	.3538E-05
.10225008F+00	.17502755F+00	.13631762E-01	.4130F+00	.8487F-02	.5305E-05
.14543754F+00	.17502755F+00	.18172384E-01	.5163F+00	.1131E-01	.7072E-05
.18862581F+00	.17502755F+00	.22713005E-01	.6196F+00	.1414F-01	.8839E-05
.23181367F+00	.17502755F+00	.27253627E-01	.7228E+00	.1697F-01	.1061E-04
.27500153F+00	.17502755F+00	.31794244E-01	.8261F+00	.1979E-01	.1237E-04
.31818940F+00	.17502755F+00	.36334870E-01	.9294F+00	.2262E-01	.1414E-04
.36137724F+00	.17502755F+00	.40875491E-01	.1033F+01	.2545F-01	.1591E-04
.40456512E+00	.17502755F+00	.45416113E-01	.1136F+01	.2827E-01	.1767E-04
.44775299F+00	.17502755F+00	.49956734E-01	.1239F+01	.3110E-01	.1944E-04
.49094085F+00	.17502755F+00	.54497356E-01	.1342F+01	.3393F-01	.2121E-04
.53412871F+00	.17502755F+00	.59037977E-01	.1446F+01	.3676F-01	.2298E-04
.57731658F+00	.17502755F+00	.63578598E-01	.1549F+01	.3958F-01	.2474E-04
.62050444F+00	.17502755F+00	.68119220E-01	.1652F+01	.4241F-01	.2651E-04
.66369231F+00	.17502755F+00	.72659842E-01	.1755F+01	.4524E-01	.2828E-04
.70688017E+00	.17502755F+00	.77200463E-01	.1859F+01	.4806F-01	.3004E-04
.75006803E+00	.17502755F+00	.81741085E-01	.1962E+01	.5089E-01	.3181E-04
.79325590E+00	.17502755F+00	.86281706E-01	.2065F+01	.5372E-01	.3358E-04
.83644376E+00	.17502755F+00	.90822327E-01	.2168F+01	.5654F-01	.3534E-04
.87963162E+00	.17502755F+00	.95362949E-01	.2272E+01	.5937F-01	.3711E-04
.92281948F+00	.17502755F+00	.99903570E-01	.2375F+01	.6220E-01	.3888E-04
.96600734F+00	.17502755F+00	.10444191E+00	.2478F+01	.6502E-01	.4065E-04
.10091952F+01	.17502755F+00	.10904811E+00	.2582F+01	.6785E-01	.4241E-04
.10523831F+01	.17502755F+00	.11365433E+00	.2685F+01	.7068E-01	.4418E-04
.10955708F+01	.17502755F+00	.11826055E+00	.2788E+01	.7350E-01	.4595E-04
.11387584F+01	.17502755F+00	.12286678E+00	.2891E+01	.7633E-01	.4771E-04

SOLUCAO SAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (\*) ; GAS IONIZADO.... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 10000,00

[EC]	[YI(S)]	[YI(C)]	[PER]
-278805E+01	-275693E+01	-117956E+01	42,79-
-268479E+01	-264904E+01	-113436E+01	42,82-
-258153E+01	-254085E+01	-108901E+01	42,86-
-247827E+01	-243232E+01	-104352E+01	42,90-
-237501E+01	-232343E+01	-997853E+00	42,95-
-227174E+01	-221414E+01	-952002E+00	43,00-
-216848E+01	-210446E+01	-905944E+00	43,05-
-206522E+01	-199432E+01	-859671E+00	43,11-
-196196E+01	-188371E+01	-813152E+00	43,17-
-185870E+01	-177261E+01	-766371E+00	43,23-
-175544E+01	-166102E+01	-719312E+00	43,31-
-165218E+01	-154900E+01	-671965E+00	43,38-
-154892E+01	-143660E+01	-624332E+00	43,46-
-144566E+01	-132399E+01	-576440E+00	43,54-
-134240E+01	-121145E+01	-528354E+00	43,61-
-123914E+01	-109907E+01	-480207E+00	43,68-
-113588E+01	-986807E+00	-432224E+00	43,72-
-103262E+01	-874400E+00	-384785E+00	43,73-
-929350E+00	-774000E+00	-338397E+00	43,69-
-826084E+00	-673829E+00	-293700E+00	43,59-
-722828E+00	-578680E+00	-251326E+00	43,43-
-619567E+00	-499758E+00	-211737E+00	43,23-
-516306E+00	-407082E+00	-175101E+00	43,01-
-413040E+00	-330183E+00	-141284E+00	42,79-
-309783E+00	-258236E+00	-109936E+00	42,57-
-206522E+00	-190261E+00	-806016E+01	42,36-
-103261E+00	-125231E+00	-527979E+01	42,16-
-909495E-12	-621366E-01	-260582E+01	41,94-
-102261E+00	-545874E-12	-565510E+04	41,78+-
-206522E+00	-621364E-01	-259600E+01	41,56+-
-309783E+00	-125230E+00	-520497E+01	41,37+-
-413040E+00	-100259E+00	-787167E+01	41,18+-
-516306E+00	-258233E+00	-106352E+00	40,99+-
-619567E+00	-330177E+00	-135345E+00	40,80+-
-722828E+00	-407074E+00	-166070E+00	40,60+-
-826089E+00	-499743E+00	-198856E+00	40,43+-
-929350E+00	-578669E+00	-233470E+00	40,28+-
-103261E+01	-673809E+00	-271403E+00	40,17+-
-113587E+01	-774576E+00	-311151E+00	40,11+-
-123913E+01	-879912E+00	-352910E+00	40,09+-
-134239E+01	-998975E+00	-396291E+00	40,10+-
-144566E+01	-109939E+01	-440970E+00	40,14+-
-154892E+01	-121141E+01	-486260E+00	40,19+-
-165218E+01	-132345E+01	-532147E+00	40,26+-
-175544E+01	-143656E+01	-579294E+00	40,32+-
-185870E+01	-154896E+01	-624522E+00	40,39+-
-196196E+01	-166099E+01	-670802E+00	40,45+-
-206522E+01	-177257E+01	-716981E+00	40,51+-
-216848E+01	-188367E+01	-763051E+00	40,57+-
-227174E+01	-199420E+01	-809990E+00	40,62+-
-237501E+01	-210442E+01	-854784E+00	40,67+-
-247827E+01	-221411E+01	-900444E+00	40,71+-
-258153E+01	-232335E+01	-945961E+00	40,76+-
-268479E+01	-243224E+01	-991344E+00	40,80+-
-278805E+01	-254090E+01	-103660E+01	40,84+-
-289131E+01	-264900E+01	-108173E+01	40,88+-



FREQUENCIA EM HERTZ..... ▣	3000.00
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. ▣	1000.00
TEMPERATURA EM GRAUS KELVIN ..... ▣	4000.00
PRESSAD DA SUBSTANCIA EM ATM..... ▣	0.10



PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = 0.10  
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. = 1000.00

DENSIDADE DA SUBSTANCIA EM KG/MC.... = .12180000E-01  
NUM. DE DENS. DE ELETRONS EM PART/MC = .95500338E+20  
NUM. DE DENS. DE IONS EM PART/MC.... = .95500338E+20  
NUM. DENS. ELEM. NEUTROS EM PART/MC. = .18330059E+24

TEMPERATURA DOS ELETRONS EM GRAUS K. = .40000000E+04  
TEMPERATURA DOS IONS EM GRAUS K..... = .40000000E+04  
GRAD DE IONIZACAO (ADM)..... = .52073267E-03  
ENERGIA CINETICA EM ELETRON-VULT... = .43884269E+00

VEL. MEDIA DAS MOL. NEUTRAS EM M/SEG = .11272724E+04  
VEL. MEDIA DOS ELETRONS EM M/SEG.... = .39290735E+06  
VELOCIDADE TERMICA EM M/SEG..... = .14556430E+04

COEF. ADIABATICO (ADM)..... = .16864000E+01  
CALOR ESP (V)CTE EM KCAL/KG.GRAUS K. = .74591935E+01

SECCAO RLTA DE COLISAO EM MQ..... = .13552322E-17  
SECCAO META EFETIVA DE COLISAO EM MQ = .99538796E-16

FREQ. MEDIA DE COLISOES EM COL./7SEG. = .20809133E+09

TEMPO MEDIO DE COLISAO EM SEG..... = .48055823E-08

LIVRE CAMINHO MEDIO EM M..... = .54172005E-05

TEMPERATURA EM GRAUS K..... = 4000.00  
VELOCIDADE SONICA DO MEIO EM M/SEG.. = 1177.40

COEF. DE TRANSPORTE PAR. AO CAMPO MAGNETICO  
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHU/M..... = .63086005E+03  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11221754E+05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22566289E-04

COEF. DE TRANSPORTE PER. AO CAMPO MAGNETICO  
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHU/M..... = .63086005E+03  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11221754E+05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22566289E-04

COEF. DE TRANSPORTE ASSUMINDO GAS NEUTRO  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .15910917E+05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .31990159E-04

VELOCIDADE DE ALFVEN EM M/SEG ..... = .80829785E+03  
VELOCIDADE MAGNETOSONICA EM M/SEG .. = .14281513E+04

COMPRIMENTO DE DEBYE EM M ..... = .44655672E-06

GINOFREQUENCIA EM RAD./SEG ..... = .58670523E+02

RAIO DE LARMOH EM M ..... = .16214778E+01

( ONDAS SÚNICAS )

[FS] = .30010195E+04

[FTR] = .84209575E+09

[LAMB] = .39233333E+00

[EV] = .33601002E-04

[EN] = .10326060E+01

[ET] = .16813035E-04

[EB] = .40011944E-01

[BETA] = .39278120E+00

EC[EP] = .10894077E+01

[DELTA] = .56784829E-01

[VLIM] = .85751682E-01

EC[ENP] = .10326228E+01

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PUNTO LIMITE

[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]
.12150179E+01	.53974382E+00	-.42600225E-01	-.41130E+00	-.3274E-01	-.4857E-04
-.11132100E+01	.51429599E+00	-.41147913E-01	-.3614E+00	-.3157E-01	-.4604E-04
-.11300022E+01	.48975987E+00	-.39695602E-01	-.3098E+00	-.3040E-01	-.4511E-04
-.10679943E+01	.46612347E+00	-.38243291E-01	-.2501E+00	-.2923E-01	-.4337E-04
-.10455805E+01	.44339570E+00	-.36790980E-01	-.2005E+00	-.2806E-01	-.4164E-04
-.10027706E+01	.42156100E+00	-.35330668E-01	-.1549E+00	-.2689E-01	-.3990E-04
-.96017070E+00	.40067254E+00	-.33880357E-01	-.1033E+00	-.2572E-01	-.3817E-04
-.91750629E+00	.38067049E+00	-.32434046E-01	-.5163E-01	-.2455E-01	-.3643E-04
-.87495509E+00	.36157716E+00	-.30981735E-01	.1819E-11	-.2336E-01	-.3470E-04
-.83234724E+00	.34339104E+00	-.29529423E-01	.5103E-01	-.2222E-01	-.3296E-04
-.79073940E+00	.32611269E+00	-.28077112E-01	.1033E+00	-.2105E-01	-.3123E-04
-.74713105E+00	.30974145E+00	-.26624801E-01	.1549E+00	-.1986E-01	-.2949E-04
-.70452371E+00	.29427847E+00	-.25172490E-01	.2005E+00	-.1871E-01	-.2776E-04
-.66191536E+00	.27972371E+00	-.23720179E-01	.2501E+00	-.1754E-01	-.2602E-04
-.61930702E+00	.26507610E+00	-.22267667E-01	.3098E+00	-.1637E-01	-.2429E-04
-.57670017E+00	.25133363E+00	-.20815556E-01	.3614E+00	-.1520E-01	-.2255E-04
-.53409233E+00	.24150421E+00	-.19363245E-01	.4130E+00	-.1403E-01	-.2082E-04
-.49148447E+00	.23057951E+00	-.17910934E-01	.4646E+00	-.1286E-01	-.1909E-04
-.44887663E+00	.22055312E+00	-.16458622E-01	.5163E+00	-.1169E-01	-.1735E-04
-.40626879E+00	.21145414E+00	-.15006311E-01	.5679E+00	-.1052E-01	-.1562E-04
-.36366094E+00	.20325255E+00	-.13554000E-01	.6195E+00	-.9355E-02	-.1388E-04
-.32105310E+00	.19595933E+00	-.12101689E-01	.6711E+00	-.8186E-02	-.1215E-04
-.27844525E+00	.18957350E+00	-.10649377E-01	.7228E+00	-.7017E-02	-.1041E-04
-.23583741E+00	.18409333E+00	-.91970663E-02	.7744E+00	-.5846E-02	-.8677E-05
-.19322906E+00	.17952495E+00	-.77447550E-02	.8260E+00	-.4679E-02	-.6942E-05
-.15062172E+00	.17588229E+00	-.62924438E-02	.8776E+00	-.3510E-02	-.5208E-05
-.10801307E+00	.17310731E+00	-.48401326E-02	.9293E+00	-.2347E-02	-.3473E-05
-.65400005E-01	.17126005E+00	-.33670213E-02	.9809E+00	-.1172E-02	-.1738E-05
-.22790109E-01	.17032050E+00	-.19355101E-02	.1033E+01	-.2425E-05	-.3548E-08
-.19057605E-01	.17020767E+00	-.14831987E-03	.1084E+01	.1167E-02	.1731E-05
-.15241751E-01	.17116455E+00	-.96911236E-03	.1136E+01	.2336E-02	.3466E-05
-.10502536E+00	.17294954E+00	-.24214236E-02	.1187E+01	.3505E-02	.5200E-05
-.14753320E+00	.17551945E+00	-.38737348E-02	.1239E+01	.4674E-02	.6935E-05
-.19024105E+00	.17423847E+00	-.53260461E-02	.1291E+01	.5843E-02	.8670E-05
-.2325-599E+00	.18374521E+00	-.67783573E-02	.1342E+01	.7012E-02	.1040E-04
-.27545674E+00	.18915966E+00	-.82306685E-02	.1394E+01	.8181E-02	.1214E-04
-.31806458E+00	.19548133E+00	-.96829797E-02	.1446E+01	.9350E-02	.1387E-04
-.36057243E+00	.20271171E+00	-.11135291E-01	.1497E+01	.1052E-01	.1561E-04
-.40323027E+00	.21084930E+00	-.12587002E-01	.1549E+01	.1169E-01	.1734E-04
-.44550812E+00	.21989461E+00	-.14039713E-01	.1600E+01	.1286E-01	.1908E-04
-.48849597E+00	.22984764E+00	-.15492275E-01	.1652E+01	.1403E-01	.2081E-04
-.53110301E+00	.24070837E+00	-.16945336E-01	.1704E+01	.1520E-01	.2255E-04
-.57371166E+00	.25247835E+00	-.18396067E-01	.1755E+01	.1637E-01	.2428E-04
-.61631956E+00	.26515299E+00	-.19849156E-01	.1807E+01	.1753E-01	.2602E-04
-.65892735E+00	.27873657E+00	-.21301470E-01	.1859E+01	.1870E-01	.2775E-04
-.70153514E+00	.29322947E+00	-.22753761E-01	.1910E+01	.1987E-01	.2949E-04
-.74414304E+00	.30862776E+00	-.24200042E-01	.1962E+01	.2104E-01	.3122E-04
-.78675005E+00	.32493450E+00	-.25650403E-01	.2013E+01	.2221E-01	.3296E-04
-.82935873E+00	.34216954E+00	-.27110715E-01	.2065E+01	.2336E-01	.3469E-04
-.87196557E+00	.36027149E+00	-.28563026E-01	.2117E+01	.2455E-01	.3643E-04
-.91457442E+00	.37930215E+00	-.30015337E-01	.2168E+01	.2572E-01	.3817E-04
-.95718227E+00	.39924003E+00	-.31467646E-01	.2220E+01	.2689E-01	.3990E-04
-.99979011E+00	.42006565E+00	-.32919959E-01	.2272E+01	.2806E-01	.4164E-04
-.10423930E+01	.44183193E+00	-.34372271E-01	.2323E+01	.2923E-01	.4337E-04
-.10875005E+01	.46449968E+00	-.35824582E-01	.2375E+01	.3040E-01	.4511E-04
-.11276136E+01	.48806709E+00	-.37276893E-01	.2426E+01	.3156E-01	.4684E-04

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (\*) ) GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 1000,00

(EC)	(Y(C))	(Y(C))	(PER)
-.413006E+00	.117124E+00	.993344E-01	84.82
-.361341E+00	.119366E+00	.101461E+00	85.00
-.309755E+00	.121505E+00	.103524E+00	85.21
-.258124E+00	.123446E+00	.105510E+00	85.44
-.206503E+00	.125253E+00	.107350E+00	85.69
-.154877E+00	.126893E+00	.109022E+00	85.98
-.103252E+00	.127935E+00	.110441E+00	86.29
-.516208E-01	.128751E+00	.111544E+00	86.64
.181999E-11	.129324E+00	.112274E+00	87.02
.516253E-01	.129723E+00	.112544E+00	87.43
.103252E+00	.127777E+00	.112249E+00	87.88
.154877E+00	.126126E+00	.111450E+00	88.36
.206503E+00	.123720E+00	.109975E+00	88.89
.258124E+00	.120534E+00	.107831E+00	89.46
.309755E+00	.116552E+00	.105001E+00	90.09
.361341E+00	.111755E+00	.101445E+00	90.79
.413006E+00	.106257E+00	.973080E-01	91.57
.464634E+00	.100035E+00	.924765E-01	92.47
.516253E+00	.930773E-01	.870523E-01	93.53
.567884E+00	.855241E-01	.810763E-01	94.79
.619504E+00	.774210E-01	.746009E-01	96.36
.671130E+00	.688164E-01	.676743E-01	98.35
.722761E+00	.597746E-01	.603677E-01	100.98
.774387E+00	.503748E-01	.527231E-01	104.66
.826013E+00	.406657E-01	.447496E-01	110.17
.877638E+00	.307150E-01	.366631E-01	119.33
.929264E+00	.205841E-01	.283297E-01	137.63
.980890E+00	.103330E-01	.198664E-01	192.45
.103252E+01	.238124E-04	.113720E-01	*****
.108414E+01	-.102882E-01	.283640E-02	-27.58
.113577E+01	-.205367E-01	-.567254E-02	27.62
.118739E+01	-.308678E-01	-.141055E-01	45.99
.123902E+01	-.406149E-01	-.224132E-01	55.15
.129064E+01	-.503244E-01	-.305462E-01	60.89
.134227E+01	-.597337E-01	-.384544E-01	64.38
.139390E+01	-.687712E-01	-.460873E-01	67.02
.144552E+01	-.773766E-01	-.533934E-01	69.01
.149715E+01	-.854855E-01	-.603233E-01	70.57
.154877E+01	-.930350E-01	-.668254E-01	71.83
.160040E+01	-.999642E-01	-.728920E-01	72.88
.165203E+01	-.106213E+00	-.785584E-01	73.77
.170365E+01	-.111747E+00	-.833040E-01	74.55
.175528E+01	-.116516E+00	-.876582E-01	75.23
.180690E+01	-.120444E+00	-.913452E-01	75.85
.185853E+01	-.123688E+00	-.945073E-01	76.41
.191015E+01	-.126045E+00	-.969924E-01	76.92
.196178E+01	-.127744E+00	-.988884E-01	77.39
.201341E+01	-.128847E+00	-.100164E+00	77.83
.206503E+01	-.129000E+00	-.100920E+00	78.23
.211665E+01	-.128730E+00	-.101187E+00	78.60
.216828E+01	-.127965E+00	-.101023E+00	78.95
.221991E+01	-.126745E+00	-.100485E+00	79.26
.227153E+01	-.125267E+00	-.996377E-01	79.54
.232316E+01	-.123481E+00	-.985342E-01	79.80
.237478E+01	-.121442E+00	-.972277E-01	80.03
.242641E+01	-.119354E+00	-.957650E-01	80.24

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(G)	(C)	(U)	(EC)	(E9(E)Z4)	(E9(E))
-.12150179E+01	.08076224E+00	-.48688109E+00	-.4130E+00	-.3274E-01	-.4857E-04
-.11732100E+01	.08076224E+00	-.46949377E+00	-.3614E+00	-.3157E-01	-.4684E-04
-.11300222E+01	.08076224E+00	-.45210644E+00	-.3098E+00	-.3040E-01	-.4511E-04
-.10579943E+01	.08076224E+00	-.43471912E+00	-.2581E+00	-.2923E-01	-.4337E-04
-.10453050E+01	.08076224E+00	-.41733180E+00	-.2065E+00	-.2806E-01	-.4164E-04
-.10027735E+01	.08076224E+00	-.39944468E+00	-.1549E+00	-.2689E-01	-.3990E-04
-.95017070E+00	.08076224E+00	-.38255715E+00	-.1033E+00	-.2572E-01	-.3817E-04
-.91756293E+00	.08076224E+00	-.36516983E+00	-.5163E-01	-.2455E-01	-.3643E-04
-.87495504E+00	.08076224E+00	-.34778251E+00	.1819E-11	-.2338E-01	-.3470E-04
-.83234720E+00	.08076224E+00	-.33039519E+00	.5183E-01	-.2222E-01	-.3296E-04
-.78973940E+00	.08076224E+00	-.31300786E+00	.1033E+00	-.2105E-01	-.3123E-04
-.74713159E+00	.08076224E+00	-.29562054E+00	.1549E+00	-.1988E-01	-.2949E-04
-.70452371E+00	.08076224E+00	-.27823322E+00	.2065E+00	-.1871E-01	-.2776E-04
-.66191586E+00	.08076224E+00	-.26084590E+00	.2581E+00	-.1754E-01	-.2602E-04
-.61930802E+00	.08076224E+00	-.24345857E+00	.3098E+00	-.1637E-01	-.2429E-04
-.57670017E+00	.08076224E+00	-.22607125E+00	.3614E+00	-.1520E-01	-.2255E-04
-.53409233E+00	.08076224E+00	-.20868393E+00	.4130E+00	-.1403E-01	-.2082E-04
-.49148449E+00	.08076224E+00	-.19129661E+00	.4646E+00	-.1286E-01	-.1909E-04
-.44887665E+00	.08076224E+00	-.17390929E+00	.5163E+00	-.1169E-01	-.1735E-04
-.40626874E+00	.08076224E+00	-.15652196E+00	.5679E+00	-.1052E-01	-.1562E-04
-.36366094E+00	.08076224E+00	-.13913464E+00	.6195E+00	-.9355E-02	-.1388E-04
-.32105310E+00	.08076224E+00	-.12174732E+00	.6711E+00	-.8186E-02	-.1215E-04
-.27844525E+00	.08076224E+00	-.10435999E+00	.7228E+00	-.7017E-02	-.1041E-04
-.23583741E+00	.08076224E+00	-.86972671E-01	.7744E+00	-.5848E-02	-.8677E-05
-.19322956E+00	.08076224E+00	-.69585347E-01	.8260E+00	-.4679E-02	-.6942E-05
-.15062172E+00	.08076224E+00	-.52198027E-01	.8776E+00	-.3510E-02	-.5208E-05
-.10801357E+00	.08076224E+00	-.34810704E-01	.9293E+00	-.2341E-02	-.3473E-05
-.06540502E-01	.08076224E+00	-.17423382E-01	.9809E+00	-.1172E-02	-.1738E-05
-.02279013E-01	.08076224E+00	-.30059185E-04	.1033E+01	-.2425E-05	-.3008E-06
-.01963766E-01	.08076224E+00	.17351285E-03	.1084E+01	.1167E-02	.1731E-05
.02417511E-01	.08076224E+00	.34730589E-01	.1136E+01	.2336E-02	.3466E-05
.16002534E+00	.08076224E+00	.52125908E-01	.1187E+01	.3505E-02	.5200E-05
.14753320E+00	.08076224E+00	.69413231E-01	.1239E+01	.4674E-02	.6935E-05
.19024105E+00	.08076224E+00	.86900553E-01	.1291E+01	.5843E-02	.8670E-05
.23284809E+00	.08076224E+00	.10425788E+00	.1342E+01	.7012E-02	.1040E-04
.27545674E+00	.08076224E+00	.12167520E+00	.1394E+01	.8181E-02	.1214E-04
.31806472E+00	.08076224E+00	.13909252E+00	.1446E+01	.9350E-02	.1387E-04
.36067243E+00	.08076224E+00	.15654944E+00	.1497E+01	.1052E-01	.1561E-04
.40328027E+00	.08076224E+00	.17393717E+00	.1549E+01	.1169E-01	.1734E-04
.44588812E+00	.08076224E+00	.19122449E+00	.1600E+01	.1286E-01	.1908E-04
.48849597E+00	.08076224E+00	.20861181E+00	.1652E+01	.1403E-01	.2081E-04
.53110381E+00	.08076224E+00	.22599913E+00	.1704E+01	.1520E-01	.2255E-04
.57371164E+00	.08076224E+00	.24338646E+00	.1755E+01	.1637E-01	.2428E-04
.61631948E+00	.08076224E+00	.26077378E+00	.1807E+01	.1754E-01	.2602E-04
.65892735E+00	.08076224E+00	.27816110E+00	.1859E+01	.1871E-01	.2775E-04
.70153519E+00	.08076224E+00	.29554842E+00	.1910E+01	.1988E-01	.2949E-04
.74414303E+00	.08076224E+00	.31293575E+00	.1962E+01	.2105E-01	.3122E-04
.78675087E+00	.08076224E+00	.33032307E+00	.2013E+01	.2221E-01	.3296E-04
.82935873E+00	.08076224E+00	.34771039E+00	.2065E+01	.2338E-01	.3470E-04
.87196657E+00	.08076224E+00	.36509771E+00	.2117E+01	.2455E-01	.3643E-04
.91457442E+00	.08076224E+00	.38248503E+00	.2168E+01	.2572E-01	.3817E-04
.95718227E+00	.08076224E+00	.39987236E+00	.2220E+01	.2689E-01	.3990E-04
.99979011E+00	.08076224E+00	.41725968E+00	.2272E+01	.2806E-01	.4164E-04
.10422900E+01	.08076224E+00	.43464700E+00	.2323E+01	.2923E-01	.4336E-04
.10866789E+01	.08076224E+00	.45203432E+00	.2375E+01	.3040E-01	.4511E-04
.11270135E+01	.08076224E+00	.46942165E+00	.2426E+01	.3157E-01	.4684E-04

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+) / GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 1000.00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PEX)
.413000E+00	.121132E+01	.101714E+01	83.97
-.361531E+00	.115521E+01	.970289E+00	83.99
-.309735E+00	.109931E+01	.923543E+00	84.01
-.254124E+00	.104370E+01	.871475E+00	84.03
-.205003E+00	.989501E+00	.830670E+00	84.03
-.154577E+00	.933835E+00	.784735E+00	84.03
-.103252E+00	.874845E+00	.734289E+00	84.02
-.516259E+01	.820686E+00	.694465E+00	84.01
.151899E-11	.774515E+00	.650497E+00	83.98
.516259E+01	.722492E+00	.607260E+00	83.93
.103252E+00	.673757E+00	.565150E+00	83.88
.154577E+00	.625435E+00	.524232E+00	83.82
.205003E+00	.578619E+00	.484575E+00	83.75
.254124E+00	.533369E+00	.446025E+00	83.67
.309735E+00	.489705E+00	.409307E+00	83.53
.361531E+00	.447801E+00	.373729E+00	83.49
.413000E+00	.407642E+00	.339491E+00	83.40
.464532E+00	.367921E+00	.306532E+00	83.31
.516259E+00	.330151E+00	.274772E+00	83.23
.567984E+00	.293822E+00	.244116E+00	83.14
.619509E+00	.258212E+00	.214461E+00	83.06
.671135E+00	.223795E+00	.185695E+00	82.95
.722761E+00	.190243E+00	.157710E+00	82.90
.774387E+00	.157427E+00	.130391E+00	82.83
.826013E+00	.125219E+00	.103630E+00	82.76
.877639E+00	.934950E-01	.773196E-01	82.70
.929264E+00	.621300E-01	.513544E-01	82.66
.980890E+00	.310059E-01	.256323E-01	82.67
.103252E+01	.545869E-17	.529689E-04	82.19
.108414E+01	.110059E-01	.254826E-01	82.19
.113577E+01	.621306E-01	.510724E-01	82.20
.118739E+01	.934942E-01	.768144E-01	82.16
.123902E+01	.125218E+00	.107007E+00	82.10
.129064E+01	.157425E+00	.129149E+00	82.04
.134227E+01	.190240E+00	.155940E+00	81.97
.139390E+01	.223790E+00	.183287E+00	81.90
.144552E+01	.258205E+00	.211277E+00	81.83
.149715E+01	.293613E+00	.240025E+00	81.75
.154877E+01	.330140E+00	.269630E+00	81.67
.160040E+01	.367968E+00	.300164E+00	81.59
.165203E+01	.407026E+00	.331779E+00	81.51
.170365E+01	.447593E+00	.364495E+00	81.43
.175528E+01	.489682E+00	.398395E+00	81.36
.180690E+01	.533343E+00	.433527E+00	81.28
.185853E+01	.578659E+00	.469913E+00	81.22
.191015E+01	.625400E+00	.507549E+00	81.16
.196178E+01	.673718E+00	.546405E+00	81.10
.201341E+01	.723448E+00	.586422E+00	81.06
.206503E+01	.774469E+00	.627519E+00	81.03
.211666E+01	.826835E+00	.669594E+00	81.00
.216828E+01	.879790E+00	.712829E+00	80.99
.221991E+01	.933775E+00	.758210E+00	80.98
.227153E+01	.988938E+00	.805015E+00	80.99
.232315E+01	.104532E+01	.853330E+00	81.00
.237477E+01	.109924E+01	.893550E+00	81.02
.242639E+01	.115514E+01	.936064E+00	81.04

FREQUENCIA EM HERTZ..... ■	2000.00
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. ■	1000.00
TEMPERATURA EM GRAUS KEIVIN ..... ■	3000.00
PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... ■	0.10

PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = 0,10  
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. = 1000,00

DENSIDADE DA SUBSTANCIA EM KG/MC.... = .16292000E-01  
NUM. DE DENS. DE ELETRONS EM PART/MC = .82019583E+20  
NUM. DE DENS. DE IONS EM PART/MC.... = .82019583E+20  
NUM. DENS. ELEM. NEUTROS EM PART/MC. = .24447380E+24

TEMPERATURA DOS ELETRONS EM GRAUS K. = .30000000E+04  
TEMPERATURA DOS IONS EM GRAUS K..... = .30000000E+04  
GRAU DE IONIZACAO (ADM)..... = .33538186E-03  
ENERGIA CINETICA EM ELETRON-VOLT... = .32913202E+00

VEL. MEDIA DAS MOL. NEUTRAS EM M/SEG = .97624653E+03  
VEL. MEDIA DOS ELETRONS EM M/SEG.... = .34026775E+06  
VELOCIDADE TERMICA EM M/SEG..... = .12604984E+04

COEF. ADIABATICO (ADM)..... = .16582000E+01  
CALOR ESP (V)CTE EM KCAL/KG.GRAUS K. = .75744784E-01

SECCAO RETA DE COLISAO EM M..... = .12726804E-17  
SECCAO RETA EFETIVA DE COLISAO EM M = .16534691E-15

FREQ. MEDIA DE COLISOES EM COL./SEG. = .24035499E+09

TEMPO MEDIO DE COLISAO EM SEG..... = .41605136E-08

LIVRE CAMINHO MEDIO EM M..... = .40616870E-05

TEMPERATURA EM GRAUS K..... = 3000,00  
VELOCIDADE SONICA DO MEIO EM M/SEG.. = 1017,10

COEF. DE TRANSPORTE PAR. AO CAMPO MAGNETICO  
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHO/M..... = .44369009E+03  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .98821467E-06  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .19569955E-04

COEF. DE TRANSPORTE PER. AO CAMPO MAGNETICO  
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHO/M..... = .44369009E+03  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .98821467E-06  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .19569955E-04

COEF. DE TRANSPORTE ASSUMINDO GAS NEUTRO  
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .13764868E-05  
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .27704290E-04

VELOCIDADE DE ALFVEN EM M/SEG ..... = .69996337E+03  
VELOCIDADE MAGNETOSONICA EM M/SEG .. = .12346826E+04

COMPRIMENTO DE DEBYE EM M ..... = .41730245E-06

GIRAFREQUENCIA EM RAD./SEG ..... = .58670523E+02

RAIO DE LAMBDA EM M ..... = .14007177E-01



( ONDAS SÉNTICAS )

[FS] = .19954875E+04

[FIER] = .97811874E+09

[LAMR] = .50970000E+00

[EV] = .19471107E-04

[ER] = .37356224E+00

[ET] = .97728624E-05

[EB] = .31659181E+01

[BETA] = .39278120E+00

EC[EP] = .37361745E+00

[DELTA] = .45430018E-04

[VLIM] = .67760894E-01

EC[ENP] = .37357202E+00

SOLUÇÃO PERIÓDICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(E)(Z)	(E)(Z)
.88596757E+00	.35605594E+00	-.30911815E-01	-.6794E+00	-.1890E-01	-.2050E-04
-.85445441E+00	.35251532E+00	-.29742089E-01	-.6416E+00	-.1822E-01	-.1977E-04
-.82374125E+00	.33945972E+00	-.28712363E-01	-.6039E+00	-.1754E-01	-.1903E-04
-.79262811E+00	.32688413E+00	-.27662639E-01	-.5661E+00	-.1687E-01	-.1830E-04
-.76151496E+00	.31479756E+00	-.26612912E-01	-.5284E+00	-.1619E-01	-.1756E-04
-.73040180E+00	.30319700E+00	-.25563186E-01	-.4907E+00	-.1551E-01	-.1683E-04
-.69928865E+00	.29207246E+00	-.24513460E-01	-.4529E+00	-.1483E-01	-.1609E-04
-.66817550E+00	.28143593E+00	-.23463734E-01	-.4152E+00	-.1416E-01	-.1536E-04
-.63706235E+00	.27129341E+00	-.22414009E-01	-.3774E+00	-.1348E-01	-.1462E-04
-.60594919E+00	.26161491E+00	-.21364283E-01	-.3397E+00	-.1280E-01	-.1389E-04
-.57483604E+00	.25243042E+00	-.20314557E-01	-.3019E+00	-.1212E-01	-.1315E-04
-.54372289E+00	.24372995E+00	-.19264831E-01	-.2642E+00	-.1145E-01	-.1242E-04
-.51260974E+00	.23551390E+00	-.18215106E-01	-.2265E+00	-.1077E-01	-.1168E-04
-.48149659E+00	.22778104E+00	-.17165380E-01	-.1887E+00	-.1009E-01	-.1095E-04
-.45038343E+00	.22053261E+00	-.16115654E-01	-.1507E+00	-.9415E-02	-.1021E-04
-.41927028E+00	.21376200E+00	-.15065928E-01	-.1132E+00	-.8737E-02	-.9479E-05
-.38815713E+00	.20749777E+00	-.14016202E-01	-.7549E+00	-.8060E-02	-.8744E-05
-.35704398E+00	.20169100E+00	-.12966477E-01	-.3774E+00	-.7342E-02	-.8007E-05
-.32593082E+00	.19637903E+00	-.11916751E-01	-.3183E-11	-.6705E-02	-.7274E-05
-.29481767E+00	.19155067E+00	-.10867025E-01	-.774E+00	-.6028E-02	-.6539E-05
-.26370452E+00	.18720432E+00	-.98172994E-02	-.7549E+00	-.5350E-02	-.5804E-05
-.23259137E+00	.18334599E+00	-.87675736E-02	-.1132E+00	-.4673E-02	-.5069E-05
-.20147821E+00	.17994067E+00	-.77178478E-02	-.1510E+00	-.3995E-02	-.4334E-05
-.17036506E+00	.17707737E+00	-.66681221E-02	-.1987E+00	-.3359E-02	-.3599E-05
-.13925191E+00	.17466004E+00	-.56183961E-02	-.2265E+00	-.2640E-02	-.2864E-05
-.10813876E+00	.17270080E+00	-.45686705E-02	-.2642E+00	-.1933E-02	-.2130E-05
-.77025605E-01	.17130954E+00	-.35189447E-02	-.3019E+00	-.1286E-02	-.1395E-05
-.45912453E-01	.17030929E+00	-.24692190E-02	-.3397E+00	-.6081E-03	-.6597E-06
-.14799300E-01	.16987406E+00	-.14194932E-02	-.774E+00	-.6930E-04	-.7518E-07
-.16312852E-01	.16988784E+00	-.36978741E-03	-.4152E+00	-.7467E-03	-.8101E-06
-.47427004E-01	.17030929E+00	-.67995836E-03	-.4529E+00	-.1424E-02	-.1545E-05
-.78540157E-01	.17136344E+00	-.17296841E-02	-.4907E+00	-.2102E-02	-.2280E-05
-.10965331E+00	.17282727E+00	-.27790099E-02	-.5284E+00	-.2779E-02	-.3015E-05
-.14076444E+00	.17477510E+00	-.38291257E-02	-.5661E+00	-.3456E-02	-.3750E-05
-.17187961E+00	.17720695E+00	-.48748615E-02	-.6039E+00	-.4134E-02	-.4485E-05
-.20298277E+00	.18012382E+00	-.59245872E-02	-.6416E+00	-.4811E-02	-.5220E-05
-.23410592E+00	.18352270E+00	-.69743130E-02	-.6794E+00	-.5489E-02	-.5954E-05
-.26521907E+00	.18740659E+00	-.80280388E-02	-.7171E+00	-.6166E-02	-.6689E-05
-.29633227E+00	.19177450E+00	-.90777466E-02	-.7549E+00	-.6844E-02	-.7424E-05
-.32744538E+00	.19662642E+00	-.10127490E-01	-.7926E+00	-.7521E-02	-.8159E-05
-.35855853E+00	.20198236E+00	-.11177216E-01	-.8304E+00	-.8198E-02	-.8894E-05
-.38967168E+00	.20774231E+00	-.12226942E-01	-.8681E+00	-.8876E-02	-.9629E-05
-.42078483E+00	.21408427E+00	-.13276667E-01	-.9058E+00	-.9553E-02	-.1036E-04
-.45189798E+00	.22087425E+00	-.14326393E-01	-.9436E+00	-.1023E-01	-.1110E-04
-.48301118E+00	.22810624E+00	-.15376119E-01	-.9813E+00	-.1091E-01	-.1183E-04
-.51412429E+00	.23570225E+00	-.16425845E-01	-.1019E+01	-.1159E-01	-.1257E-04
-.54523744E+00	.24414227E+00	-.17475571E-01	-.1057E+01	-.1226E-01	-.1330E-04
-.57635059E+00	.25288663E+00	-.18525297E-01	-.1095E+01	-.1294E-01	-.1404E-04
-.60746375E+00	.26207835E+00	-.19575022E-01	-.1132E+01	-.1362E-01	-.1477E-04
-.63857690E+00	.27176642E+00	-.20624748E-01	-.1170E+01	-.1430E-01	-.1551E-04
-.66969005E+00	.28194250E+00	-.21674474E-01	-.1208E+01	-.1497E-01	-.1624E-04
-.70080320E+00	.29260259E+00	-.22724200E-01	-.1246E+01	-.1565E-01	-.1694E-04
-.73191636E+00	.30374669E+00	-.23773925E-01	-.1283E+01	-.1633E-01	-.1771E-04
-.76302951E+00	.31537381E+00	-.24823651E-01	-.1321E+01	-.1700E-01	-.1845E-04
-.79414266E+00	.32748895E+00	-.25873377E-01	-.1359E+01	-.1768E-01	-.1918E-04
-.82525581E+00	.34008709E+00	-.26923103E-01	-.1397E+01	-.1836E-01	-.1992E-04

SOLUÇÃO PERIÓDICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+) ; GAS IONIZADO... (+)  
 INUÇAO MAGNÉTICA EM GAUSS = 1000,00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
-.679380E+00	+.129019E+00	-.109688E+00	85.02
-.641636E+00	+.129060E+00	-.107991E+00	85.22
-.603893E+00	+.129101E+00	-.106294E+00	85.45
-.566150E+00	+.129143E+00	-.104597E+00	85.68
-.528406E+00	+.127172E+00	-.102899E+00	85.93
-.490663E+00	+.125791E+00	-.101202E+00	86.20
-.452920E+00	+.124409E+00	-.100722E+00	86.48
-.415177E+00	+.121796E+00	-.105701E+00	86.79
-.377433E+00	+.119167E+00	-.103802E+00	87.11
-.339690E+00	+.116113E+00	-.101503E+00	87.45
-.301947E+00	+.112619E+00	-.989263E-01	87.83
-.264203E+00	+.108756E+00	-.959574E-01	88.23
-.226460E+00	+.104476E+00	-.926483E-01	88.68
-.188717E+00	+.992159E-01	-.890110E-01	89.18
-.150973E+00	+.947953E-01	-.850624E-01	89.73
-.113230E+00	+.894357E-01	-.808194E-01	90.37
-.754866E-01	+.837603E-01	-.763028E-01	91.10
-.377433E-01	+.777932E-01	-.715320E-01	91.95
-.318223E-11	+.715593E-01	-.665289E-01	92.97
-.377433E-01	+.650836E-01	-.613147E-01	94.21
-.754866E-01	+.587914E-01	-.559104E-01	95.75
+.113230E+00	+.515078E-01	-.503387E-01	97.73
+.150973E+00	+.444575E-01	-.446194E-01	100.36
+.188717E+00	+.372653E-01	-.387734E-01	104.05
+.226460E+00	+.299553E-01	-.328224E-01	109.57
+.264203E+00	+.225516E-01	-.267854E-01	119.77
+.301947E+00	+.150778E-01	-.206827E-01	137.17
+.339690E+00	+.755740E-02	-.145380E-01	192.32
+.377433E+00	-.137460E-04	-.835870E-02	208.90
+.415177E+00	-.752922E-02	-.217602E-02	26.54
+.452920E+00	-.150504E-01	-.399482E-02	44.99
+.490663E+00	-.225242E-01	-.101347E-01	54.21
+.528406E+00	-.299241E-01	-.162243E-01	59.74
+.566150E+00	-.372342E-01	-.222445E-01	63.42
+.603893E+00	-.444306E-01	-.281756E-01	66.04
+.641636E+00	-.514810E-01	-.339986E-01	68.01
+.679380E+00	-.583609E-01	-.396933E-01	69.54
+.717123E+00	-.650574E-01	-.452399E-01	70.76
+.754866E+00	-.715333E-01	-.506185E-01	71.76
+.792610E+00	-.777674E-01	-.558091E-01	72.60
+.830353E+00	-.837351E-01	-.607918E-01	73.31
+.868096E+00	-.894109E-01	-.655474E-01	73.92
+.905840E+00	-.947710E-01	-.700554E-01	74.45
+.943583E+00	-.997921E-01	-.742998E-01	74.83
+.981326E+00	-.104453E+00	-.782620E-01	75.35
+.101907E+01	-.108734E+00	-.819270E-01	75.73
+.105681E+01	-.112619E+00	-.852814E-01	76.07
+.109456E+01	-.116092E+00	-.883147E-01	76.39
+.113230E+01	-.119145E+00	-.910175E-01	76.69
+.117004E+01	-.121777E+00	-.933864E-01	76.96
+.120778E+01	-.123984E+00	-.954213E-01	77.22
+.124553E+01	-.125773E+00	-.971241E-01	77.47
+.128327E+01	-.127155E+00	-.985023E-01	77.70
+.132102E+01	-.128147E+00	-.995871E-01	77.92
+.135876E+01	-.128769E+00	-.100333E+00	78.13
+.139650E+01	-.129044E+00	-.100818E+00	

DECLARAÇÃO ANUAL PERIÓDICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
[EC] [E] [ZV]

(B)	(C)	(D)	(E)	(ZV)	(E)
28526757F+00	67924522E+00	35533015E+00	6792E+00	1890E-01	2050E-04
25485941E+00	67924522E+00	32259325E+00	6416E+00	1822E-01	1977E-04
82374126E+00	67924522E+00	32985635E+00	6039E+00	1754E-01	1903E-04
79262811E+00	67924522E+00	31711946E+00	5661E+00	1697E-01	1830E-04
76151496E+00	67924522E+00	30430256E+00	5284E+00	1619E-01	1756E-04
73040180E+00	67924522E+00	29164566E+00	4907E+00	1551E-01	1683E-04
69924865E+00	67924522E+00	27890874E+00	4529E+00	1483E-01	1609E-04
66817550E+00	67924522E+00	26617186E+00	4152E+00	1416E-01	1536E-04
63706235E+00	67924522E+00	25343497E+00	3774E+00	1348E-01	1462E-04
60574919E+00	67924522E+00	24069807E+00	3397E+00	1280E-01	1389E-04
57463604E+00	67924522E+00	22796117E+00	3019E+00	1212E-01	1315E-04
54352289E+00	67924522E+00	21522427E+00	2642E+00	1145E-01	1242E-04
51240974E+00	67924522E+00	20248737E+00	2265E+00	1077E-01	1168E-04
48129659E+00	67924522E+00	18975047E+00	1867E+00	1009E-01	1095E-04
45018344E+00	67924522E+00	17701358E+00	1510E+00	9415E-02	1021E-04
41907029E+00	67924522E+00	16427668E+00	1132E+00	8737E-02	9479E-05
38795714E+00	67924522E+00	15153978E+00	7549E-01	8060E-02	8744E-05
35684400E+00	67924522E+00	13880288E+00	3774E-01	7382E-02	8009E-05
32573085E+00	67924522E+00	12606598E+00	3183E-11	6705E-02	7274E-05
29461770E+00	67924522E+00	11332908E+00	3774E-01	6028E-02	6539E-05
26350455E+00	67924522E+00	10059219E+00	7549E-01	5350E-02	5804E-05
23239140E+00	67924522E+00	87855280E-01	1132E+00	4673E-02	5069E-05
20127825E+00	67924522E+00	75118320E-01	1510E+00	3995E-02	4334E-05
17016510E+00	67924522E+00	62381492E-01	1887E+00	3318E-02	3599E-05
13905195E+00	67924522E+00	49644593E-01	2265E+00	2640E-02	2864E-05
10793880E+00	67924522E+00	36907495E-01	2642E+00	1963E-02	2130E-05
76822565E-01	67924522E+00	24170297E-01	3019E+00	1286E-02	1395E-05
45711250E-01	67924522E+00	11433899E-01	3397E+00	6081E-03	6597E-06
14600300E-01	67924522E+00	13020959E-02	3774E+00	6930E-04	7518E-07
16313852E-01	67924522E+00	14034899E-01	4152E+00	7467E-03	8101E-06
47427004E-01	67924522E+00	26776796E-01	4529E+00	1424E-02	1545E-05
78590157E-01	67924522E+00	39513694E-01	4907E+00	2102E-02	2280E-05
10965231E+00	67924522E+00	52250592E-01	5284E+00	2779E-02	3015E-05
14076646E+00	67924522E+00	64987491E-01	5661E+00	3456E-02	3750E-05
17187961E+00	67924522E+00	77724369E-01	6039E+00	4134E-02	4485E-05
20299277E+00	67924522E+00	90461297E-01	6416E+00	4811E-02	5220E-05
23410592E+00	67924522E+00	10319819E+00	6794E+00	5489E-02	5954E-05
26521907E+00	67924522E+00	11593508E+00	7171E+00	6166E-02	6689E-05
29633222E+00	67924522E+00	12867198E+00	7549E+00	6844E-02	7424E-05
32744537E+00	67924522E+00	14140888E+00	7926E+00	7521E-02	8159E-05
35855852E+00	67924522E+00	15414578E+00	8304E+00	8198E-02	8894E-05
38967167E+00	67924522E+00	16688268E+00	8681E+00	8876E-02	9629E-05
42078482E+00	67924522E+00	17961957E+00	9058E+00	9553E-02	1034E-04
45189797E+00	67924522E+00	19235647E+00	9436E+00	1023E-01	1110E-04
48301112E+00	67924522E+00	20509337E+00	9813E+00	1091E-01	1183E-04
51412427E+00	67924522E+00	21783027E+00	1019E+01	1159E-01	1257E-04
54523742E+00	67924522E+00	23056717E+00	1057E+01	1226E-01	1330E-04
57635057E+00	67924522E+00	24330407E+00	1095E+01	1294E-01	1403E-04
60746372E+00	67924522E+00	25604096E+00	1132E+01	1362E-01	1477E-04
63857687E+00	67924522E+00	26877786E+00	1170E+01	1430E-01	1551E-04
66969002E+00	67924522E+00	28151476E+00	1208E+01	1497E-01	1624E-04
70080317E+00	67924522E+00	29425166E+00	1246E+01	1565E-01	1699E-04
73191632E+00	67924522E+00	30698856E+00	1283E+01	1633E-01	1771E-04
76302947E+00	67924522E+00	31972546E+00	1321E+01	1700E-01	1845E-04
79414262E+00	67924522E+00	33246235E+00	1359E+01	1768E-01	1918E-04
82525577E+00	67924522E+00	34519925E+00	1397E+01	1836E-01	1992E-04

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PUNTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+)    GAS IONIZADO... (+)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 1000.00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
-.679380E+00	.798802E+00	.665595E+00	83.45-
-.641636E+00	.760977E+00	.634873E+00	83.43-
-.603493E+00	.723786E+00	.603657E+00	83.40-
-.566150E+00	.687245E+00	.572999E+00	83.37-
-.528406E+00	.651523E+00	.542945E+00	83.33-
-.490473E+00	.616542E+00	.513536E+00	83.29-
-.452920E+00	.582375E+00	.484404E+00	83.25-
-.415177E+00	.549044E+00	.456773E+00	83.19-
-.377433E+00	.516541E+00	.429458E+00	83.14-
-.339690E+00	.484925E+00	.402453E+00	83.08-
-.301947E+00	.454128E+00	.376983E+00	83.01-
-.264203E+00	.424152E+00	.351407E+00	82.94-
-.226460E+00	.394969E+00	.327311E+00	82.87-
-.188717E+00	.366546E+00	.303874E+00	82.79-
-.150973E+00	.338943E+00	.280254E+00	82.71-
-.113230E+00	.311819E+00	.257632E+00	82.62-
-.754666E-01	.285427E+00	.235552E+00	82.53-
-.377433E-01	.259618E+00	.213988E+00	82.42-
-.313233E-11	.234342E+00	.192873E+00	82.30-
.377433E-01	.209550E+00	.172188E+00	82.17+-
.754666E-01	.185191E+00	.151883E+00	82.01+-
.113230E+00	.161215E+00	.131914E+00	81.82+-
.150973E+00	.137572E+00	.112239E+00	81.59+-
.188717E+00	.114214E+00	.928175E-01	81.27+-
.226460E+00	.910901E-01	.736072E-01	80.81+-
.264203E+00	.681543E-01	.545684E-01	80.07+-
.301947E+00	.453584E-01	.356601E-01	78.62+-
.339690E+00	.226560E-01	.168444E-01	74.35+-
.377433E+00	-.272975E-11	-.191810E-02	+++++
.415177E+00	-.226560E-01	-.206650E-01	91.22+-
.452920E+00	-.453584E-01	-.394374E-01	86.95+-
.490473E+00	-.681543E-01	-.562708E-01	85.50+-
.528406E+00	-.910907E-01	-.772047E-01	84.74+-
.566150E+00	-.114217E+00	-.962775E-01	84.30+-
.603493E+00	-.137571E+00	-.115528E+00	83.98+-
.641636E+00	-.161214E+00	-.139996E+00	83.74+-
.679380E+00	-.185189E+00	-.164719E+00	83.55+-
.717123E+00	-.209548E+00	-.174739E+00	83.39+-
.754868E+00	-.234339E+00	-.195995E+00	83.25+-
.792610E+00	-.259614E+00	-.215827E+00	83.13+-
.830353E+00	-.285422E+00	-.236475E+00	83.03+-
.868096E+00	-.311914E+00	-.254574E+00	82.93+-
.905840E+00	-.338437E+00	-.280673E+00	82.83+-
.943583E+00	-.366538E+00	-.303298E+00	82.75+-
.981326E+00	-.394960E+00	-.326497E+00	82.66+-
1.019069E+01	-.424142E+00	-.350270E+00	82.58+-
1.056811E+01	-.454117E+00	-.374675E+00	82.51+-
1.094554E+01	-.484912E+00	-.399722E+00	82.43+-
1.132307E+01	-.516546E+00	-.425429E+00	82.36+-
1.170049E+01	-.549924E+00	-.451803E+00	82.29+-
1.207792E+01	-.582358E+00	-.478847E+00	82.23+-
1.245535E+01	-.616523E+00	-.506559E+00	82.16+-
1.283277E+01	-.651501E+00	-.534912E+00	82.10+-
1.321020E+01	-.687261E+00	-.563895E+00	82.05+-
1.358763E+01	-.723761E+00	-.593407E+00	82.00+-
1.396506E+01	-.760950E+00	-.623624E+00	81.95+-

CASOS ESPECIAIS

FREQUENCIA EM HERTZ..... ▣	100.00
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. ▣	0.00
TEMPERATURA EM GRAUS KELVIN ..... ▣	3000.00
PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... ▣	0.10

( ONDAS SÚNICAS )

[FS] = .99774377E+02

[FTEN] = .97831874E+09

[LAMB] = .10194000E+02

[EV] = .97355533E-06

[ER] = .37356224E+00

[ET] = 0.

[EB] = .63318361E-10

[BETA] = .39278120E-20

EC[EP] = .37356470E+00

[DELTA] = .24526734E-05

[VLIM] = .92006393E+00

CC[ENP] = .37356224E+00

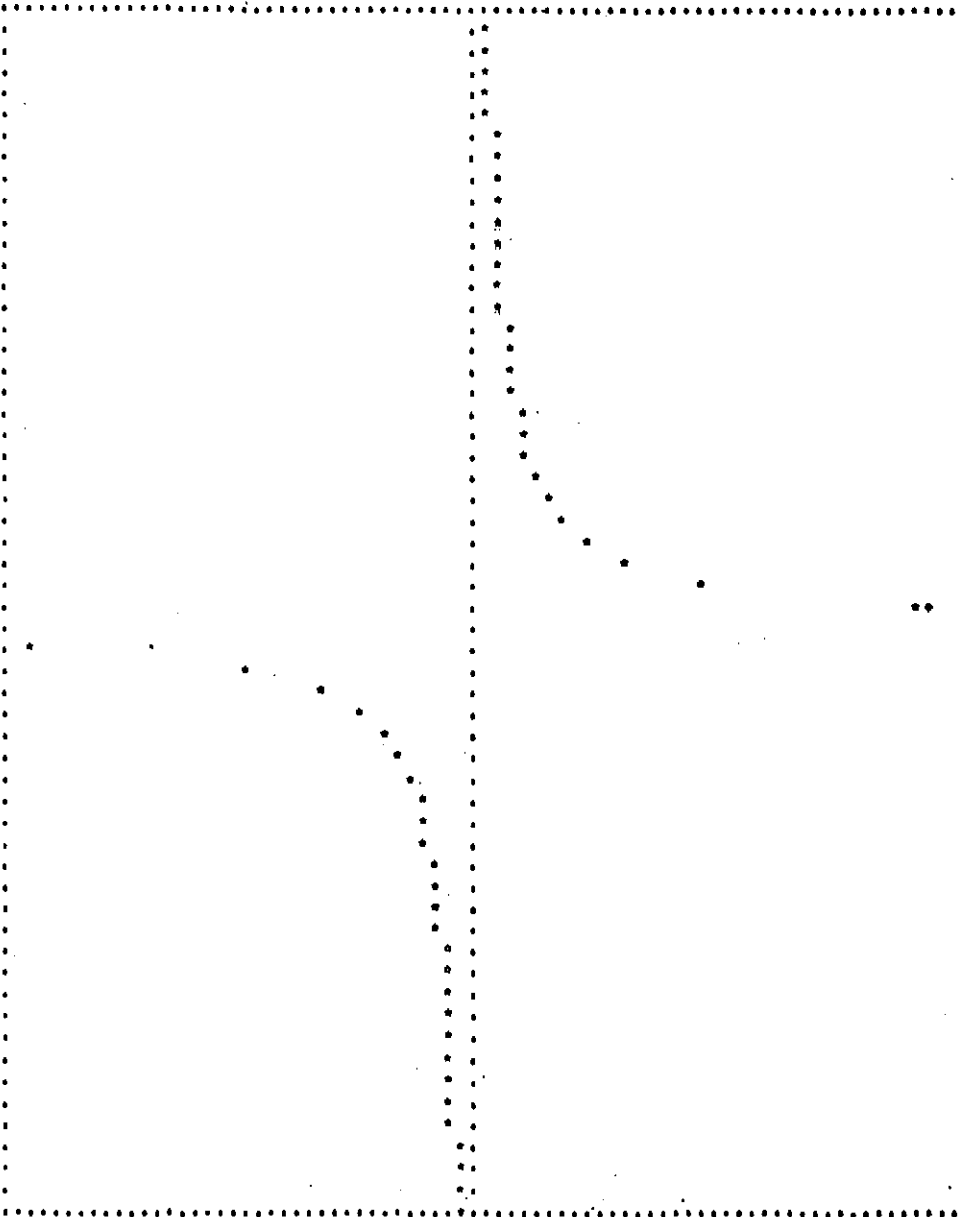


SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(E)(Z)	(E)(Z)
-1.0567706E+04	.27919128E+06	-.52433045E+02	-.1056E+04	-.4605E-17	-.1029E-02
-.10190207E+04	.25960510E+06	-.50561201E+02	-.1019E+04	-.4440E-17	-.9921E-03
-.74120071E+03	.24073115E+06	-.48680506E+02	-.9809E+03	-.4276E-17	-.9553E-03
-.74354477E+03	.22256943E+06	-.46815912E+02	-.9432E+03	-.4112E-17	-.9166E-03
-.90559282E+03	.20511994E+06	-.44943268E+02	-.9055E+03	-.3947E-17	-.8818E-03
-.55900085E+03	.18838267E+06	-.43070624E+02	-.8677E+03	-.3783E-17	-.8451E-03
-.50331693E+03	.17235763E+06	-.41197980E+02	-.8299E+03	-.3618E-17	-.8084E-03
-.74237694E+03	.15704482E+06	-.39325330E+02	-.7922E+03	-.3454E-17	-.7716E-03
-.75453504E+03	.14244423E+06	-.37452692E+02	-.7545E+03	-.3289E-17	-.7349E-03
-.71769101E+03	.12855588E+06	-.35580047E+02	-.7167E+03	-.3125E-17	-.6981E-03
-.67935115E+03	.11537975E+06	-.33707403E+02	-.6790E+03	-.2960E-17	-.6614E-03
-.64160921E+03	.10291564E+06	-.31834759E+02	-.6412E+03	-.2796E-17	-.6246E-03
-.60386726E+03	.91164167E+05	-.29962115E+02	-.6035E+03	-.2631E-17	-.5879E-03
-.56612532E+03	.80124719E+05	-.28089471E+02	-.5658E+03	-.2467E-17	-.5512E-03
-.52838337E+03	.69797497E+05	-.26216827E+02	-.5290E+03	-.2302E-17	-.5144E-03
-.49064143E+03	.60182503E+05	-.24344183E+02	-.4903E+03	-.2138E-17	-.4777E-03
-.45289949E+03	.51279735E+05	-.22471536E+02	-.4525E+03	-.1974E-17	-.4409E-03
-.41515754E+03	.43069195E+05	-.20598894E+02	-.4148E+03	-.1809E-17	-.4042E-03
-.37741559E+03	.35610852E+05	-.18726250E+02	-.3770E+03	-.1645E-17	-.3674E-03
-.33967365E+03	.28844797E+05	-.16853868E+02	-.3393E+03	-.1480E-17	-.3307E-03
-.30193170E+03	.22790938E+05	-.14980962E+02	-.3016E+03	-.1316E-17	-.2939E-03
-.26418976E+03	.17449307E+05	-.13108310E+02	-.2638E+03	-.1151E-17	-.2572E-03
-.22644781E+03	.12819903E+05	-.11235674E+02	-.2261E+03	-.9868E-18	-.2205E-03
-.18870587E+03	.89027262E+04	-.93630294E+01	-.1883E+03	-.8223E-18	-.1837E-03
-.15096392E+03	.56977765E+04	-.74903853E+01	-.1506E+03	-.6578E-18	-.1470E-03
-.11322195E+03	.32050541E+04	-.56177412E+01	-.1128E+03	-.4934E-18	-.1102E-03
-.75480034E+02	.14245589E+04	-.37450970E+01	-.7511E+02	-.3289E-18	-.7348E-04
-.37733009E+02	.35629403E+03	-.18724529E+01	-.3736E+02	-.1644E-18	-.3674E-04
.36562311E-02	.25000372E+00	.19126144E-03	.3774E+00	.1681E-22	.3755E-08
.37745001E+02	.35643638E+03	.18728354E+01	.3812E+02	.1645E-18	.3675E-04
.75487746E+02	.14248499E+04	.37454795E+01	.7586E+02	.3289E-18	.7349E-04
.11322969E+03	.32054907E+04	.56181237E+01	.1136E+03	.4934E-18	.1102E-03
.15097104E+03	.56983587E+04	.74907678E+01	.1513E+03	.6579E-18	.1470E-03
.18871356E+03	.89034539E+04	.93634120E+01	.1891E+03	.8223E-18	.1837E-03
.22645583E+03	.12820778E+05	.11236056E+02	.2265E+03	.9868E-18	.2205E-03
.26419747E+03	.17450326E+05	.13108700E+02	.2646E+03	.1151E-17	.2572E-03
.30193942E+03	.22792103E+05	.14981344E+02	.3023E+03	.1316E-17	.2940E-03
.33968136E+03	.28846107E+05	.16853989E+02	.3401E+03	.1480E-17	.3307E-03
.37742331E+03	.35612338E+05	.18726633E+02	.3778E+03	.1645E-17	.3674E-03
.41516525E+03	.43090796E+05	.20599277E+02	.4155E+03	.1809E-17	.4042E-03
.45290719E+03	.51291432E+05	.22471921E+02	.4533E+03	.1974E-17	.4409E-03
.49064914E+03	.60184395E+05	.24344565E+02	.4909E+03	.2138E-17	.4777E-03
.52839108E+03	.69799535E+05	.26217209E+02	.5288E+03	.2302E-17	.5144E-03
.56613303E+03	.80126902E+05	.28089853E+02	.5665E+03	.2467E-17	.5512E-03
.60387497E+03	.91166496E+05	.29962495E+02	.6042E+03	.2631E-17	.5879E-03
.64161692E+03	.10291832E+06	.31835142E+02	.6420E+03	.2796E-17	.6246E-03
.67935886E+03	.11538237E+06	.33707780E+02	.6797E+03	.2960E-17	.6614E-03
.71710001E+03	.12855864E+06	.35580430E+02	.7175E+03	.3125E-17	.6981E-03
.75484275E+03	.14244715E+06	.37453074E+02	.7552E+03	.3289E-17	.7349E-03
.79258470E+03	.15704788E+06	.39325718E+02	.7930E+03	.3454E-17	.7716E-03
.83032664E+03	.17236033E+06	.41196362E+02	.8307E+03	.3618E-17	.8084E-03
.86806859E+03	.18838602E+06	.43071007E+02	.8684E+03	.3783E-17	.8451E-03
.90581053E+03	.20512343E+06	.44943651E+02	.9062E+03	.3947E-17	.8818E-03
.94355247E+03	.22257307E+06	.46816295E+02	.9439E+03	.4112E-17	.9166E-03
.98129442E+03	.24073494E+06	.48688939E+02	.9817E+03	.4276E-17	.9553E-03
.10190304E+04	.25960903E+06	.50561583E+02	.1019E+04	.4440E-17	.9921E-03

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+) / GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 0,00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
-1105940E+04	189223E-03	187003E-03	99,25
-101056E+04	196232E-03	194759E-03	99,25
-980713E+03	203780E-03	202250E-03	99,25
-943171E+03	211931E-03	210340E-03	99,25
-905424E+03	220762E-03	219105E-03	99,25
-867687E+03	230360E-03	228631E-03	99,25
-829449E+03	240831E-03	239424E-03	99,25
-792203E+03	252300E-03	250406E-03	99,25
-754461E+03	264915E-03	262927E-03	99,25
-716720E+03	278858E-03	276766E-03	99,25
-679375E+03	294351E-03	292142E-03	99,25
-641436E+03	311666E-03	309327E-03	99,25
-603494E+03	331145E-03	328660E-03	99,25
-565752E+03	353221E-03	350971E-03	99,25
-528010E+03	376452E-03	375612E-03	99,25
-490269E+03	407564E-03	404506E-03	99,25
-452526E+03	441527E-03	436215E-03	99,25
-414784E+03	481666E-03	470054E-03	99,25
-377042E+03	529833E-03	520059E-03	99,25
-339300E+03	588704E-03	584289E-03	99,25
-301558E+03	662291E-03	657326E-03	99,25
-263816E+03	756906E-03	751231E-03	99,25
-226074E+03	883054E-03	876437E-03	99,25
-188332E+03	105966E-02	105177E-02	99,25
-150590E+03	132458E-02	131466E-02	99,25
-112848E+03	176669E-02	175288E-02	99,25
-751006E+02	264909E-02	262932E-02	99,25
-373045E+02	529760E-02	525033E-02	99,26
-377419E+04	687393E-06	765042E-03	99,25
381194E+02	529760E-02	525726E-02	99,24
759013E+02	264909E-02	262905E-02	99,24
113603E+03	176669E-02	175276E-02	99,25
151345E+03	132458E-02	131459E-02	99,25
189087E+03	105966E-02	105166E-02	99,25
226829E+03	883054E-03	876407E-03	99,25
264571E+03	756904E-03	751209E-03	99,25
302313E+03	682291E-03	657309E-03	99,25
340055E+03	588704E-03	584276E-03	99,25
377797E+03	529833E-03	525049E-03	99,25
415539E+03	481666E-03	470045E-03	99,25
453281E+03	441527E-03	436208E-03	99,25
491023E+03	407564E-03	404500E-03	99,25
528765E+03	376452E-03	375607E-03	99,25
566507E+03	353221E-03	350560E-03	99,25
604249E+03	331145E-03	328656E-03	99,25
641990E+03	311666E-03	309323E-03	99,25
679732E+03	294351E-03	292138E-03	99,25
717474E+03	278858E-03	276763E-03	99,25
755216E+03	264915E-03	262924E-03	99,25
792958E+03	252300E-03	250404E-03	99,25
830700E+03	240831E-03	239622E-03	99,25
868442E+03	230360E-03	228629E-03	99,25
906184E+03	220762E-03	219103E-03	99,25
943926E+03	211931E-03	210339E-03	99,25
981668E+03	203780E-03	202240E-03	99,25
101941E+04	196232E-03	194757E-03	99,25

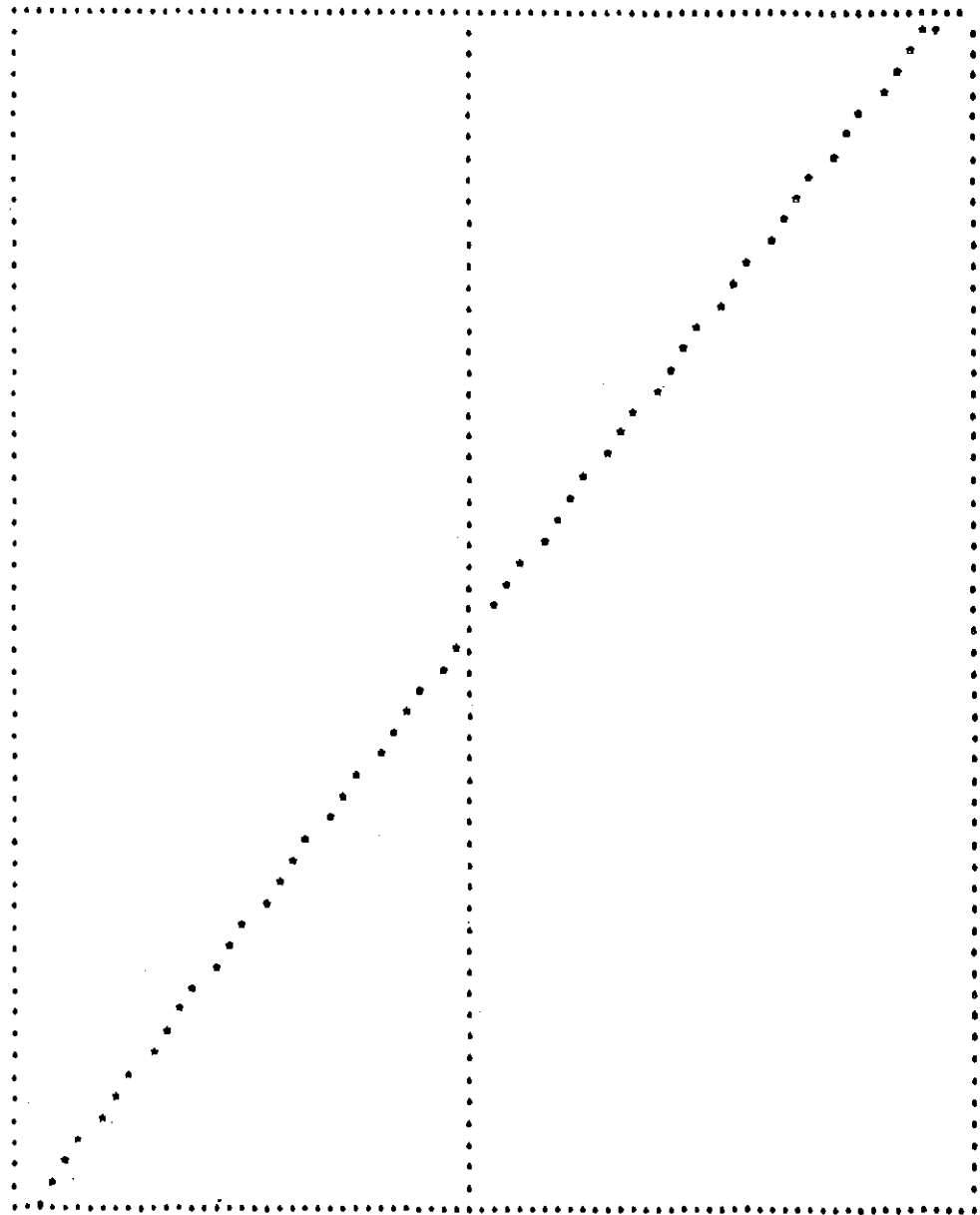


SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(E)(Z)	(E)(Z)
-1.10567706E+04	.10000000E+01	-.63729984E+03	-.1056E+04	-.4605E-17	-.1029E-02
-.10190267E+04	.10000000E+01	-.61453905E+03	-.1019E+04	-.4440E-17	-.9921E-03
-.96126671E+03	.10000000E+01	-.59177826E+03	-.9809E+03	-.4276E-17	-.9553E-03
-.94354477E+03	.10000000E+01	-.56901747E+03	-.9432E+03	-.4112E-17	-.9186E-03
-.90580292E+03	.10000000E+01	-.54625668E+03	-.9054E+03	-.3947E-17	-.8818E-03
-.86806088E+03	.10000000E+01	-.52349588E+03	-.8677E+03	-.3783E-17	-.8451E-03
-.83031893E+03	.10000000E+01	-.50073509E+03	-.8299E+03	-.3618E-17	-.8084E-03
-.79257699E+03	.10000000E+01	-.47797430E+03	-.7922E+03	-.3454E-17	-.7716E-03
-.75483504E+03	.10000000E+01	-.45521351E+03	-.7545E+03	-.3289E-17	-.7349E-03
-.71709310E+03	.10000000E+01	-.43245272E+03	-.7167E+03	-.3125E-17	-.6981E-03
-.67935115E+03	.10000000E+01	-.40969193E+03	-.6790E+03	-.2960E-17	-.6614E-03
-.64160921E+03	.10000000E+01	-.38693113E+03	-.6412E+03	-.2796E-17	-.6246E-03
-.60386726E+03	.10000000E+01	-.36417034E+03	-.6035E+03	-.2631E-17	-.5879E-03
-.56612532E+03	.10000000E+01	-.34140955E+03	-.5658E+03	-.2467E-17	-.5512E-03
-.52838337E+03	.10000000E+01	-.31864876E+03	-.5280E+03	-.2302E-17	-.5144E-03
-.49064143E+03	.10000000E+01	-.29588797E+03	-.4903E+03	-.2138E-17	-.4777E-03
-.45289948E+03	.10000000E+01	-.27312717E+03	-.4525E+03	-.1974E-17	-.4409E-03
-.41515754E+03	.10000000E+01	-.25036638E+03	-.4146E+03	-.1809E-17	-.4042E-03
-.37741559E+03	.10000000E+01	-.22760559E+03	-.3770E+03	-.1645E-17	-.3674E-03
-.33967365E+03	.10000000E+01	-.20484480E+03	-.3393E+03	-.1480E-17	-.3307E-03
-.30193170E+03	.10000000E+01	-.18208401E+03	-.3016E+03	-.1316E-17	-.2939E-03
-.26418976E+03	.10000000E+01	-.15932322E+03	-.2638E+03	-.1151E-17	-.2572E-03
-.22644781E+03	.10000000E+01	-.13656242E+03	-.2261E+03	-.9868E-18	-.2205E-03
-.18870587E+03	.10000000E+01	-.11380163E+03	-.1880E+03	-.8223E-18	-.1837E-03
-.15096392E+03	.10000000E+01	-.91040084E+02	-.1506E+03	-.6578E-18	-.1470E-03
-.11322198E+03	.10000000E+01	-.68280004E+02	-.1128E+03	-.4934E-18	-.1102E-03
-.75480034E+02	.10000000E+01	-.45519257E+02	-.7511E+02	-.3289E-18	-.7343E-04
-.37736039E+02	.10000000E+01	-.22758466E+02	-.3736E+02	-.1644E-18	-.3674E-04
.36562311E+02	.10000000E+01	.23261346E+02	.3774E+02	.1681E-18	.3755E-04
.37745801E+02	.10000000E+01	.22763116E+02	.3812E+02	.1645E-18	.3675E-04
.75487746E+02	.10000000E+01	.45523910E+02	.7586E+02	.3289E-18	.7349E-04
.11322969E+03	.10000000E+01	.68284470E+02	.1136E+03	.4934E-18	.1102E-03
.15097164E+03	.10000000E+01	.91045493E+02	.1513E+03	.6579E-18	.1470E-03
.18871355E+03	.10000000E+01	.11380023E+03	.1891E+03	.8223E-18	.1837E-03
.22645533E+03	.10000000E+01	.13656700E+03	.2268E+03	.9868E-18	.2205E-03
.26419747E+03	.10000000E+01	.15932767E+03	.2646E+03	.1151E-17	.2572E-03
.30193942E+03	.10000000E+01	.18208850E+03	.3023E+03	.1316E-17	.2940E-03
.33968136E+03	.10000000E+01	.20484495E+03	.3401E+03	.1480E-17	.3307E-03
.37742331E+03	.10000000E+01	.22761024E+03	.3776E+03	.1645E-17	.3674E-03
.41516525E+03	.10000000E+01	.25037104E+03	.4155E+03	.1809E-17	.4042E-03
.45290719E+03	.10000000E+01	.27313183E+03	.4533E+03	.1974E-17	.4409E-03
.49064914E+03	.10000000E+01	.29589262E+03	.4910E+03	.2138E-17	.4777E-03
.52839108E+03	.10000000E+01	.31865341E+03	.5288E+03	.2302E-17	.5144E-03
.56613303E+03	.10000000E+01	.34141420E+03	.5665E+03	.2467E-17	.5512E-03
.60387497E+03	.10000000E+01	.36417499E+03	.6042E+03	.2631E-17	.5879E-03
.64161692E+03	.10000000E+01	.38693579E+03	.6420E+03	.2796E-17	.6246E-03
.67935886E+03	.10000000E+01	.40969658E+03	.6797E+03	.2960E-17	.6614E-03
.71709981E+03	.10000000E+01	.43245737E+03	.7175E+03	.3125E-17	.6981E-03
.75484175E+03	.10000000E+01	.45521816E+03	.7552E+03	.3289E-17	.7349E-03
.79258370E+03	.10000000E+01	.47797895E+03	.7930E+03	.3454E-17	.7716E-03
.83032564E+03	.10000000E+01	.50073974E+03	.8307E+03	.3618E-17	.8084E-03
.86806759E+03	.10000000E+01	.52350054E+03	.8684E+03	.3783E-17	.8451E-03
.90580953E+03	.10000000E+01	.54626133E+03	.9062E+03	.3947E-17	.8819E-03
.94355148E+03	.10000000E+01	.56902212E+03	.9439E+03	.4112E-17	.9186E-03
.98129342E+03	.10000000E+01	.59178291E+03	.9817E+03	.4276E-17	.9553E-03
.10190536E+04	.10000000E+01	.61454370E+03	.1019E+04	.4440E-17	.9921E-03

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+)      GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 0.00

(EC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
-1.105640E+04	.105677E+04	.105677E+04	100.00
-1.101866E+04	.101903E+04	.101903E+04	100.00
-1.980913E+03	.981290E+03	.981286E+03	100.00
-1.943171E+03	.943545E+03	.943544E+03	100.00
-1.905429E+03	.905806E+03	.905802E+03	100.00
-1.867687E+03	.868064E+03	.868060E+03	100.00
-1.829945E+03	.830322E+03	.830318E+03	100.00
-1.792203E+03	.792580E+03	.792576E+03	100.00
-1.754461E+03	.754838E+03	.754834E+03	100.00
-1.716720E+03	.717096E+03	.717092E+03	100.00
-1.678978E+03	.679354E+03	.679351E+03	100.00
-1.641236E+03	.641612E+03	.641609E+03	100.00
-1.603494E+03	.603870E+03	.603867E+03	100.00
-1.565752E+03	.566128E+03	.566125E+03	100.00
-1.528010E+03	.528386E+03	.528383E+03	100.00
-1.490268E+03	.490644E+03	.490641E+03	100.00
-1.452526E+03	.452902E+03	.452899E+03	100.00
-1.414784E+03	.415160E+03	.415157E+03	100.00
-1.377042E+03	.377418E+03	.377415E+03	100.00
-1.339300E+03	.339676E+03	.339672E+03	100.00
-1.301558E+03	.301934E+03	.301930E+03	100.00
-1.263816E+03	.264192E+03	.264188E+03	100.00
-1.226074E+03	.226450E+03	.226446E+03	100.00
-1.188332E+03	.188708E+03	.188704E+03	100.00
-1.150590E+03	.150965E+03	.150961E+03	100.00
-1.112848E+03	.113222E+03	.113218E+03	100.00
-1.751465E+02	.754765E+02	.754746E+02	99.99
-1.373445E+02	.377314E+02	.377276E+02	99.99
.377419E+00	.279425E+09	-.232615E-02	*****
.361194E+02	-.377313E+02	-.377353E+02	100.01
.755613E+02	-.754756E+02	-.754825E+02	100.01
.113903E+03	-.113222E+03	-.113224E+03	100.00
.151345E+03	-.150965E+03	-.150969E+03	100.00
.189457E+03	-.188708E+03	-.188711E+03	100.00
.226529E+03	-.226450E+03	-.226454E+03	100.00
.264571E+03	-.264192E+03	-.264196E+03	100.00
.302613E+03	-.301934E+03	-.301938E+03	100.00
.340655E+03	-.339676E+03	-.339680E+03	100.00
.377747E+03	-.377418E+03	-.377422E+03	100.00
.415789E+03	-.415160E+03	-.415164E+03	100.00
.453831E+03	-.452902E+03	-.452906E+03	100.00
.491873E+03	-.490644E+03	-.490648E+03	100.00
.529915E+03	-.528386E+03	-.528390E+03	100.00
.567957E+03	-.566128E+03	-.566132E+03	100.00
.606000E+03	-.603870E+03	-.603874E+03	100.00
.644042E+03	-.641612E+03	-.641616E+03	100.00
.682084E+03	-.679354E+03	-.679358E+03	100.00
.720126E+03	-.717096E+03	-.717100E+03	100.00
.758168E+03	-.754838E+03	-.754842E+03	100.00
.796210E+03	-.792580E+03	-.792584E+03	100.00
.834252E+03	-.830322E+03	-.830326E+03	100.00
.872294E+03	-.868064E+03	-.868068E+03	100.00
.910336E+03	-.905806E+03	-.905810E+03	100.00
.948378E+03	-.943548E+03	-.943552E+03	100.00
.986420E+03	-.981290E+03	-.981294E+03	100.00
.101941E+04	-.101903E+04	-.101904E+04	100.00



FREQUENCIA EM HERTZ.....	100.00
INDUCAO MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS..	0.00
TEMPERATURA EM GRAUS KELVIN.....	3000.00
PHESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM.....	0.10

( ONDAS SONICAS )

[FS] = .99774377E+02

[FTEM] = .97831874E+09

[LAMB] = .10194000E+02

[EV] = .97355533E+06

[ER] = 0.

[EF] = .48864312E+06

[EB] = .63318361E+10

[DELTA] = .39278120E-20

EC[EP] = .29413163E+05

[DELTA] = .24526731E+05

[VLIM] = .92006393E+00

EC[EMP] = .48864312E+06

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PUNTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
-.19254405E+02	.92933794E+02	-.95535088E+00	-.1925E+02	-.8390E-19	-.1875E-04
-.18598824E+02	.86431742E+02	-.92123121E+00	-.1857E+02	-.8091E-19	-.1808E-04
-.17877164E+02	.80166124E+02	-.88711154E+00	-.1788E+02	-.7791E-19	-.1741E-04
-.17119504E+02	.74136953E+02	-.85299187E+00	-.1719E+02	-.7491E-19	-.1674E-04
-.16593844E+02	.68344217E+02	-.81057220E+00	-.1650E+02	-.7192E-19	-.1607E-04
-.15916184E+02	.62787916E+02	-.78475253E+00	-.1582E+02	-.6892E-19	-.1540E-04
-.15128524E+02	.57468857E+02	-.75063286E+00	-.1510E+02	-.6592E-19	-.1473E-04
-.14440864E+02	.52384635E+02	-.71851319E+00	-.1444E+02	-.6293E-19	-.1406E-04
-.13753204E+02	.47537651E+02	-.68823935E+00	-.1375E+02	-.5993E-19	-.1339E-04
-.13065543E+02	.42927190E+02	-.64027355E+00	-.1307E+02	-.5693E-19	-.1272E-04
-.12377883E+02	.38552998E+02	-.61415418E+00	-.1238E+02	-.5394E-19	-.1205E-04
-.11690223E+02	.34415329E+02	-.58003451E+00	-.1169E+02	-.5094E-19	-.1138E-04
-.11002563E+02	.30514098E+02	-.54591484E+00	-.1100E+02	-.4794E-19	-.1071E-04
-.10314903E+02	.26849385E+02	-.51179517E+00	-.1031E+02	-.4495E-19	-.1004E-04
-.96272476E+01	.23420950E+02	-.47767550E+00	-.9627E+01	-.4195E-19	-.9373E-05
-.89330825E+01	.20229034E+02	-.44355583E+00	-.8940E+01	-.3895E-19	-.8703E-05
-.82319274E+01	.17273558E+02	-.40943616E+00	-.8232E+01	-.3596E-19	-.8034E-05
-.75420622E+01	.14554516E+02	-.37531649E+00	-.7564E+01	-.3296E-19	-.7364E-05
-.68768821E+01	.12071914E+02	-.34119688E+00	-.6877E+01	-.2997E-19	-.6695E-05
-.62087420E+01	.98257507E+01	-.30707715E+00	-.6189E+01	-.2697E-19	-.6025E-05
-.55501261E+01	.78168255E+01	-.27295748E+00	-.5501E+01	-.2397E-19	-.5356E-05
-.48813621E+01	.60427385E+01	-.23883788E+00	-.4814E+01	-.2098E-19	-.4686E-05
-.42125961E+01	.45058897E+01	-.20471813E+00	-.4126E+01	-.1798E-19	-.4017E-05
-.35438301E+01	.32854792E+01	-.17059846E+00	-.3438E+01	-.1498E-19	-.3347E-05
-.28750641E+01	.24141506E+01	-.13647879E+00	-.2751E+01	-.1199E-19	-.2678E-05
-.22052981E+01	.18139728E+01	-.10235912E+00	-.2083E+01	-.8990E-20	-.2008E-05
-.15355321E+01	.12287699E+00	-.68239493E-01	-.1375E+01	-.5993E-20	-.1339E-05
-.8878881E+00	.86821938E+00	-.34119788E-01	-.6877E+00	-.2997E-20	-.6695E-06
-.7745383E-06	.25000000E+00	-.11181975E-06	.6877E-06	.8672E-27	.1938E-12
.08765436E+00	.36821585E+00	.34119559E-01	.6877E+00	.2997E-20	.6695E-06
.13759183E+01	.72257593E+00	.68239278E-01	.1375E+01	.5993E-20	.1339E-05
.20829776E+01	.13139712E+01	.10235890E+00	.2083E+01	.8990E-20	.2008E-05
.27596939E+01	.21415048E+01	.13647857E+00	.2751E+01	.1199E-19	.2678E-05
.34382999E+01	.32854765E+01	.17059824E+00	.3438E+01	.1498E-19	.3347E-05
.41259806E+01	.45058885E+01	.20471791E+00	.4126E+01	.1798E-19	.4017E-05
.48136202E+01	.60427348E+01	.23883758E+00	.4814E+01	.2098E-19	.4686E-05
.55012603E+01	.78168212E+01	.27295725E+00	.5501E+01	.2397E-19	.5356E-05
.61894004E+01	.98257459E+01	.30707692E+00	.6189E+01	.2697E-19	.6025E-05
.68768806E+01	.12071909E+02	.34119659E+00	.6877E+01	.2997E-19	.6695E-05
.75642807E+01	.14554518E+02	.37531628E+00	.7564E+01	.3296E-19	.7364E-05
.82319208E+01	.17273549E+02	.40943593E+00	.8232E+01	.3596E-19	.8034E-05
.89330818E+01	.20229027E+02	.44355588E+00	.8940E+01	.3895E-19	.8703E-05
.96272411E+01	.23420943E+02	.47767527E+00	.9627E+01	.4195E-19	.9373E-05
.10314901E+02	.26849297E+02	.51179494E+00	.1031E+02	.4495E-19	.1004E-04
.11002561E+02	.30514089E+02	.54591482E+00	.1100E+02	.4794E-19	.1071E-04
.11690221E+02	.34415320E+02	.58003429E+00	.1169E+02	.5094E-19	.1138E-04
.12377882E+02	.38552988E+02	.61415348E+00	.1238E+02	.5394E-19	.1205E-04
.13065542E+02	.42927095E+02	.64827363E+00	.1307E+02	.5693E-19	.1272E-04
.13753202E+02	.47537641E+02	.68239330E+00	.1375E+02	.5993E-19	.1339E-04
.14440862E+02	.52384824E+02	.71851297E+00	.1444E+02	.6293E-19	.1406E-04
.15128522E+02	.57468848E+02	.75063282E+00	.1513E+02	.6592E-19	.1473E-04
.15816182E+02	.62787908E+02	.78475231E+00	.1582E+02	.6892E-19	.1540E-04
.16593842E+02	.68344204E+02	.81887194E+00	.1650E+02	.7192E-19	.1607E-04
.17119502E+02	.74136940E+02	.85299165E+00	.1719E+02	.7491E-19	.1674E-04
.17877163E+02	.80166115E+02	.88711132E+00	.1788E+02	.7791E-19	.1741E-04
.18598823E+02	.86431728E+02	.92123099E+00	.1857E+02	.8091E-19	.1808E-04

- C.67 -

SOLUCAO PERIODICA EM TORNO DO PUNTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+) / GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 0.00

[EC]	[YI(S)]	[YI(C)]	(PER)
-.192245E+02	.103800E+01	.103019E-01	99.25
-.195568E+02	.107640E-01	.106630E-01	99.25
-.178792E+02	.111775E-01	.110433E-01	99.25
-.171115E+02	.116240E-01	.115365E-01	99.25
-.165034E+02	.121076E-01	.120164E-01	99.25
-.158162E+02	.126332E-01	.125380E-01	99.25
-.151205E+02	.132065E-01	.131069E-01	99.25
-.144409E+02	.138341E-01	.137290E-01	99.25
-.137732E+02	.145244E-01	.144149E-01	99.25
-.130955E+02	.152871E-01	.151717E-01	99.25
-.123779E+02	.161341E-01	.160123E-01	99.25
-.116502E+02	.170604E-01	.169514E-01	99.24
-.110026E+02	.181445E-01	.180073E-01	99.24
-.103149E+02	.193496E-01	.192032E-01	99.24
-.952724E+01	.207257E-01	.205680E-01	99.24
-.89375E+01	.223121E-01	.221420E-01	99.24
-.825192E+01	.241605E-01	.239769E-01	99.24
-.756426E+01	.263410E-01	.261409E-01	99.24
-.687660E+01	.289531E-01	.287320E-01	99.24
-.618894E+01	.321359E-01	.318895E-01	99.23
-.550128E+01	.360982E-01	.358200E-01	99.23
-.481362E+01	.411620E-01	.408423E-01	99.22
-.412596E+01	.477494E-01	.474734E-01	99.21
-.343830E+01	.570577E-01	.566006E-01	99.20
-.275064E+01	.704187E-01	.698354E-01	99.17
-.206298E+01	.908860E-01	.906050E-01	99.12
-.137532E+01	.112020E+00	.114010E+00	99.02
-.687659E+00	.113427E+00	.112399E+00	99.09
-.607060E+00	.1267300E+00	.1247279E+00	05.08
-.607061E+00	.113426E+00	.112398E+00	99.09
-.137532E+01	.120200E+00	.119010E+00	99.02
-.206298E+01	.908879E-01	.901855E-01	99.12
-.275064E+01	.704187E-01	.698354E-01	99.17
-.343830E+01	.570577E-01	.566006E-01	99.20
-.412596E+01	.477494E-01	.474734E-01	99.21
-.481362E+01	.411620E-01	.408423E-01	99.22
-.550128E+01	.360982E-01	.358200E-01	99.23
-.618894E+01	.321359E-01	.318895E-01	99.23
-.687660E+01	.289531E-01	.287320E-01	99.24
-.756426E+01	.263414E-01	.261409E-01	99.24
-.825192E+01	.241605E-01	.239769E-01	99.24
-.893750E+01	.223121E-01	.221420E-01	99.24
-.952724E+01	.207257E-01	.205680E-01	99.24
-.103149E+02	.193496E-01	.192032E-01	99.24
-.110026E+02	.181445E-01	.180073E-01	99.24
-.116502E+02	.170604E-01	.169514E-01	99.24
-.123779E+02	.161341E-01	.160123E-01	99.25
-.130955E+02	.152871E-01	.151717E-01	99.25
-.137732E+02	.145244E-01	.144149E-01	99.25
-.144409E+02	.138341E-01	.137290E-01	99.25
-.151205E+02	.132064E-01	.131069E-01	99.25
-.158162E+02	.126332E-01	.125380E-01	99.25
-.165033E+02	.121076E-01	.120164E-01	99.25
-.171115E+02	.116240E-01	.115365E-01	99.25
-.178792E+02	.111775E-01	.110433E-01	99.25
-.185568E+02	.107640E-01	.106630E-01	99.25



SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

(B)	(C)	(D)	(E)	(F)(E)2V	(E)(E)3
-.19254435E+02	.10000000E+01	-.11611677E+02	-.1925E+02	-.8390E-19	-.1875E-04
-.15559524E+02	.10000000E+01	-.11196975E+02	-.1857E+02	-.8091E-19	-.1808E-04
-.17679164E+02	.10000000E+01	-.10752272E+02	-.1788E+02	-.7791E-19	-.1741E-04
-.17191504E+02	.10000000E+01	-.10367569E+02	-.1719E+02	-.7491E-19	-.1674E-04
-.16593644E+02	.10000000E+01	-.99520664E+01	-.1650E+02	-.7192E-19	-.1607E-04
-.15718134E+02	.10000000E+01	-.95381636E+01	-.1582E+02	-.6892E-19	-.1540E-04
-.15120924E+02	.10000000E+01	-.91234606E+01	-.1513E+02	-.6592E-19	-.1473E-04
-.14440964E+02	.10000000E+01	-.87087581E+01	-.1444E+02	-.6293E-19	-.1406E-04
-.13753293E+02	.10000000E+01	-.82940553E+01	-.1375E+02	-.5993E-19	-.1339E-04
-.13055973E+02	.10000000E+01	-.78793525E+01	-.1307E+02	-.5693E-19	-.1272E-04
-.12377893E+02	.10000000E+01	-.74646497E+01	-.1238E+02	-.5394E-19	-.1205E-04
-.11699723E+02	.10000000E+01	-.70499470E+01	-.1169E+02	-.5094E-19	-.1138E-04
-.11022563E+02	.10000000E+01	-.66352442E+01	-.1100E+02	-.4794E-19	-.1071E-04
-.10345403E+02	.10000000E+01	-.62205414E+01	-.1031E+02	-.4495E-19	-.1004E-04
-.9627226E+01	.10000000E+01	-.58058387E+01	-.9627E+01	-.4195E-19	-.9373E-05
-.8939525E+01	.10000000E+01	-.53911359E+01	-.8940E+01	-.3895E-19	-.8703E-05
-.8251224E+01	.10000000E+01	-.49764331E+01	-.8252E+01	-.3596E-19	-.8034E-05
-.7564252E+01	.10000000E+01	-.45617304E+01	-.7564E+01	-.3296E-19	-.7364E-05
-.6876621E+01	.10000000E+01	-.41470276E+01	-.6877E+01	-.2997E-19	-.6695E-05
-.6189429E+01	.10000000E+01	-.37323248E+01	-.6189E+01	-.2697E-19	-.6025E-05
-.5501248E+01	.10000000E+01	-.33176220E+01	-.5501E+01	-.2397E-19	-.5356E-05
-.48130217E+01	.10000000E+01	-.29029193E+01	-.4814E+01	-.2098E-19	-.4686E-05
-.41259016E+01	.10000000E+01	-.24882165E+01	-.4126E+01	-.1798E-19	-.4017E-05
-.3438814E+01	.10000000E+01	-.20735137E+01	-.3438E+01	-.1498E-19	-.3347E-05
-.27509413E+01	.10000000E+01	-.16588109E+01	-.2751E+01	-.1199E-19	-.2678E-05
-.20629812E+01	.10000000E+01	-.12441082E+01	-.2063E+01	-.8990E-20	-.2008E-05
-.13753219E+01	.10000000E+01	-.82949542E+00	-.1375E+01	-.5993E-20	-.1339E-05
-.6876621E+00	.10000000E+01	-.41470265E+00	-.6877E+00	-.2997E-20	-.6695E-06
-.77453632E-06	.10000000E+01	.12001991E-06	.6877E-06	.8672E-27	.1938E-12
.68766593E+00	.10000000E+01	.41470289E+00	.6877E+00	.2997E-20	.6695E-06
.13753175E+01	.10000000E+01	.82949566E+00	.1375E+01	.5993E-20	.1339E-05
.20629776E+01	.10000000E+01	.12441084E+01	.2063E+01	.8990E-20	.2008E-05
.27509375E+01	.10000000E+01	.16588112E+01	.2751E+01	.1199E-19	.2678E-05
.34388299E+01	.10000000E+01	.20735140E+01	.3438E+01	.1498E-19	.3347E-05
.41259698E+01	.10000000E+01	.24882157E+01	.4126E+01	.1798E-19	.4017E-05
.48130292E+01	.10000000E+01	.29029195E+01	.4814E+01	.2098E-19	.4686E-05
.55011293E+01	.10000000E+01	.33176222E+01	.5501E+01	.2397E-19	.5356E-05
.61894944E+01	.10000000E+01	.37323251E+01	.6189E+01	.2697E-19	.6025E-05
.68766096E+01	.10000000E+01	.41470278E+01	.6877E+01	.2997E-19	.6695E-05
.75642697E+01	.10000000E+01	.45617306E+01	.7564E+01	.3296E-19	.7364E-05
.82519295E+01	.10000000E+01	.49764334E+01	.8252E+01	.3596E-19	.8034E-05
.89395816E+01	.10000000E+01	.53911361E+01	.8940E+01	.3895E-19	.8703E-05
.96272411E+01	.10000000E+01	.58058388E+01	.9627E+01	.4195E-19	.9373E-05
.1031901E+02	.10000000E+01	.62205417E+01	.1031E+02	.4495E-19	.1004E-04
.11022591E+02	.10000000E+01	.66352444E+01	.1100E+02	.4794E-19	.1071E-04
.11699721E+02	.10000000E+01	.70499472E+01	.1169E+02	.5094E-19	.1138E-04
.12377892E+02	.10000000E+01	.74646500E+01	.1238E+02	.5394E-19	.1205E-04
.13055972E+02	.10000000E+01	.78793528E+01	.1307E+02	.5693E-19	.1272E-04
.13753292E+02	.10000000E+01	.82949555E+01	.1375E+02	.5993E-19	.1339E-04
.14440962E+02	.10000000E+01	.87087583E+01	.1444E+02	.6293E-19	.1406E-04
.15120922E+02	.10000000E+01	.91234611E+01	.1513E+02	.6592E-19	.1473E-04
.15718162E+02	.10000000E+01	.95381638E+01	.1582E+02	.6892E-19	.1540E-04
.16593642E+02	.10000000E+01	.99520665E+01	.1650E+02	.7192E-19	.1607E-04
.17191503E+02	.10000000E+01	.10367569E+02	.1719E+02	.7491E-19	.1674E-04
.17791643E+02	.10000000E+01	.10752272E+02	.1788E+02	.7791E-19	.1741E-04
.18593643E+02	.10000000E+01	.11196975E+02	.1857E+02	.8091E-19	.1808E-04

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE  
 GAS NEUTRO... (+) ) GAS IONIZADO... (\*)  
 INDUCAO MAGNETICA EM GAUSS = 0,00

(LC)	(YI(S))	(YI(C))	(PER)
.192345E+02	.192337E+02	.192339E+02	100.00
.185269E+02	.185453E+02	.185455E+02	100.00
.178492E+02	.178568E+02	.178570E+02	100.00
.171915E+02	.171683E+02	.171684E+02	100.00
.165338E+02	.164794E+02	.164796E+02	100.00
.158462E+02	.157909E+02	.157911E+02	100.00
.151205E+02	.151021E+02	.151023E+02	100.00
.144407E+02	.144132E+02	.144134E+02	100.00
.137532E+02	.137242E+02	.137244E+02	100.00
.130555E+02	.130350E+02	.130352E+02	100.00
.123777E+02	.123456E+02	.123459E+02	100.00
.116902E+02	.116551E+02	.116553E+02	100.00
.110020E+02	.109663E+02	.109665E+02	100.00
.103149E+02	.102762E+02	.102765E+02	100.00
.962724E+01	.955579E+01	.955611E+01	100.00
.893925E+01	.889949E+01	.889930E+01	100.00
.825122E+01	.820360E+01	.820397E+01	100.00
.756426E+01	.751156E+01	.751196E+01	100.01
.687656E+01	.681970E+01	.681914E+01	100.01
.618994E+01	.612447E+01	.612510E+01	100.01
.550120E+01	.542909E+01	.542964E+01	100.01
.481302E+01	.473130E+01	.473194E+01	100.01
.412595E+01	.403326E+01	.403310E+01	100.02
.343830E+01	.332419E+01	.332510E+01	100.03
.275084E+01	.260990E+01	.261097E+01	100.04
.206293E+01	.189121E+01	.189231E+01	100.07
.137532E+01	.113492E+01	.113724E+01	100.21
.687656E+00	.686883E+00	.682354E+00	100.45
.687656E+00	.375335E+13	.120020E+06	*****
.687656E+00	.460305E+00	.462864E+00	100.45
.137532E+01	.113492E+01	.113728E+01	100.21
.206293E+01	.189120E+01	.189281E+01	100.07
.275084E+01	.260988E+01	.261097E+01	100.04
.343830E+01	.332418E+01	.332510E+01	100.03
.412595E+01	.403326E+01	.403310E+01	100.02
.481302E+01	.473130E+01	.473194E+01	100.01
.550120E+01	.542908E+01	.542964E+01	100.01
.618994E+01	.612467E+01	.612510E+01	100.01
.687656E+01	.681869E+01	.681914E+01	100.01
.756426E+01	.751158E+01	.751196E+01	100.01
.825122E+01	.820360E+01	.820397E+01	100.00
.893925E+01	.889949E+01	.889930E+01	100.00
.962724E+01	.955579E+01	.955610E+01	100.00
.103149E+02	.102762E+02	.102765E+02	100.00
.110020E+02	.109663E+02	.109665E+02	100.00
.116902E+02	.116561E+02	.116563E+02	100.00
.123777E+02	.123456E+02	.123459E+02	100.00
.130555E+02	.130350E+02	.130352E+02	100.00
.137532E+02	.137242E+02	.137244E+02	100.00
.144407E+02	.144132E+02	.144134E+02	100.00
.151205E+02	.151021E+02	.151023E+02	100.00
.158162E+02	.157909E+02	.157911E+02	100.00
.165338E+02	.164796E+02	.164796E+02	100.00
.171915E+02	.171683E+02	.171684E+02	100.00
.178492E+02	.178568E+02	.178570E+02	100.00
.185269E+02	.185453E+02	.185455E+02	100.00

- C.70 -