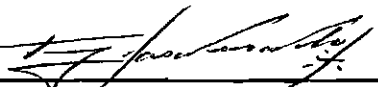



1. Classificação <i>INPE-COM.1/TPT</i> <i>CDU: 536-46:537.84:534-13</i>	2. Período	4. Critério de Distribuição:
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>Instabilidade</i> <i>Combustão</i> <i>Magnetohidrodinâmica</i> <i>Acústica</i>		interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
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>		

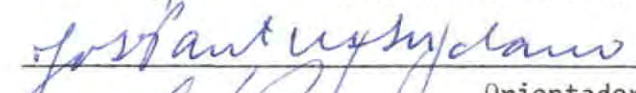
Aprovada pela Banca Examinadora
em cumprimento dos requisitos exigidos
para a obtenção do Título de Mestre em
Ciência Espacial e da Atmosfera

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 $^{\circ}K$)
μ_0	permeabilidade do vácuo	MLQ^{-2}	$4\pi \times 10^{-7}$	coul ² / newton x metro
τ	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, γ	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 ²
b	velocidade de Alfvén	LT^{-1}	metro/seg
C_p	calor específico a pressão constante	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	joule/Kg. ^o K
C_v	calor específico a volume constante	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	joule/Kg. ^o 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 ²
\vec{K}	vetor de onda magnetosônica	L^{-1}	metro ⁻¹
\vec{K}_s	vetor de onda acústica	L^{-1}	metro ⁻¹
ℓ	livre caminho médio	L	metro
ℓ_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 ³
N_e	concentração dos elétrons	L^{-3}	elétrons/m ³
N_i	concentração dos ions	L^{-3}	ions/m ³
N_n	concentração de moléculas neutras	L^{-3}	moléculas/m ³
P	pressão hidrostática	$ML^{-1}T^{-2}$	newton/m ²
Q	quantidade de calor por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m ²
q_c	fonte de calor por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m ³
q_κ	calor de radiação por unidade de volume	$ML^{-1}T^{-2}$	joule/m ³
r	vetor posição	L	metro

Símbolo	Grandeza	Dimensão	Unidade Utilizada
$\langle S_n \rangle$	secção reta média de colisão	L^2	metro ²
S_i	secção reta efetiva de colisão	L^2	metro ²
S_s	secção reta de colisão elétron-neutro S	L^2	metro ²
T	temperatura absoluta do gás	θ	graus Kelvin
T_e	temperatura absoluta dos elétrons	θ	graus Kelvin
T_i	temperatura absoluta dos ions	θ	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
α	permeabilidade relativa do meio		
δ	espessura da camada de gás	L	metro
ϵ	emissividade do corpo cinza		
η	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
η_{\perp}	coeficiente de viscosidade perpendicular ao campo magnético	$MT^{-1}L^{-1}$	Kg/(seg x m)
γ	coeficiente adiabático		
κ	condutibilidade térmica	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$)
κ_{\parallel}	condutibilidade térmica paralela ao campo magnético	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$)
κ_{\perp}	condutibilidade térmica perpendicular ao campo magnético	$MLT^{-3}\theta^{-1}$	joule/(seg x m x $^{\circ}K$)
ξ, α	razão entre frequências acústicas		
Λ	parâmetros de Coulomb		
λ	comprimento de onda magnetosônica	L	metro
λ_s	comprimento de onda acústica	L	metro
ν	viscosidade cinética	L^2T^{-1}	m ² /seg
Ω	coeficiente cinético		

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

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. III.1 - Relação qualitativa entre y_i e ξ_c para a solução periódica	25
Fig. III.2 - Relação qualitativa entre y_i e ξ_c para a solução não periódica	26
Fig. B.1 - Relação qualitativa entre x_i e ξ_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 δ , 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 anotação 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),

(*)

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

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

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

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:

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

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,

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

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

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

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

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

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

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

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

$$A_V \left[A_C - A_T - A_{\kappa} \right] y - i \left[\left[\frac{a_s}{a} \right]^2 \left(\frac{A_T + A_{\kappa}}{\gamma} \right) - A_C \left(\frac{aq_C}{a} \right)^2 \right] = 0 \quad (\text{III.22})$$

Escolhendo-se uma camada plana de gás e fazendo-se a espessura 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_{κ} e A_B , obter-se-á:

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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).

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

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

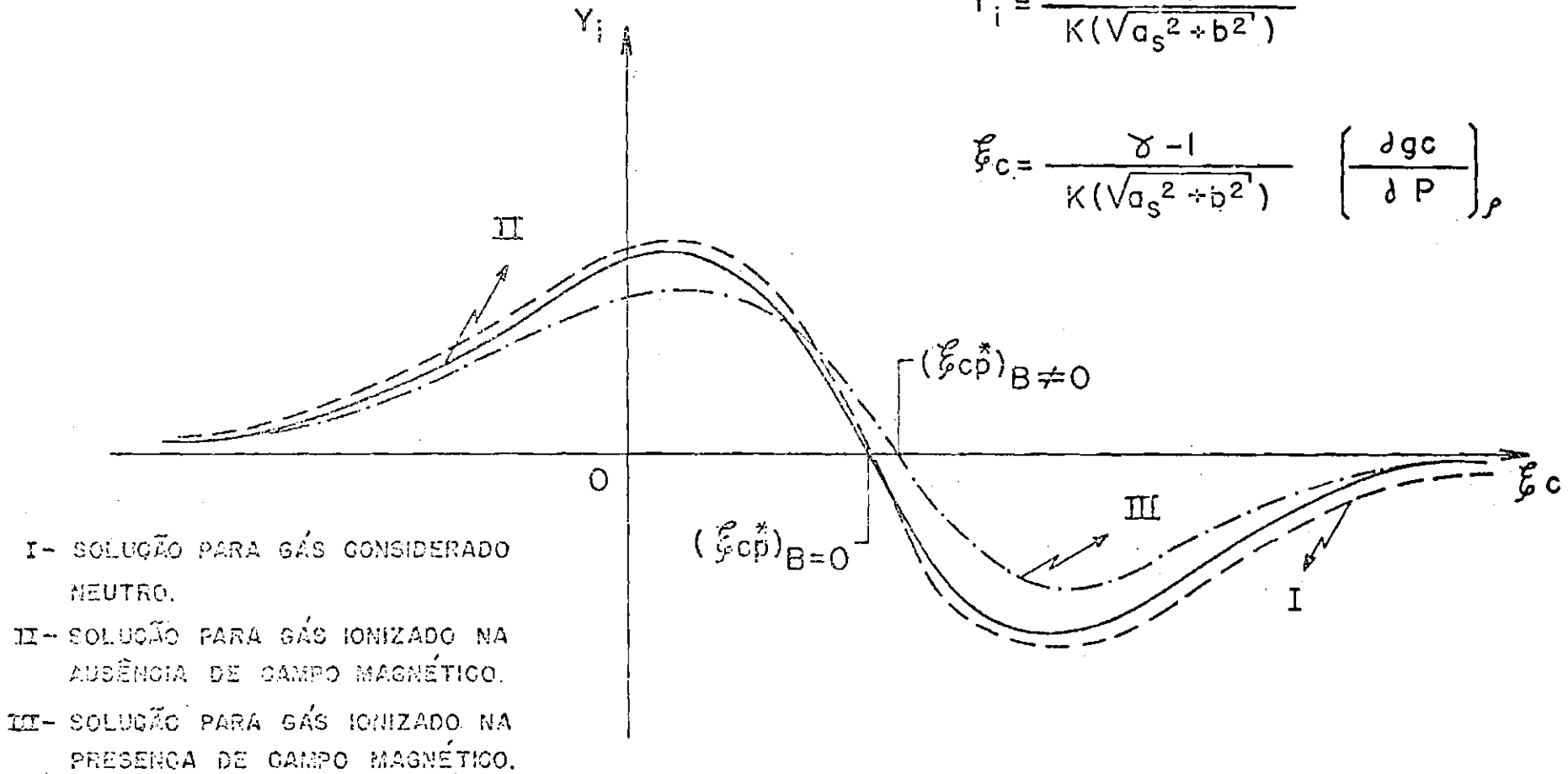
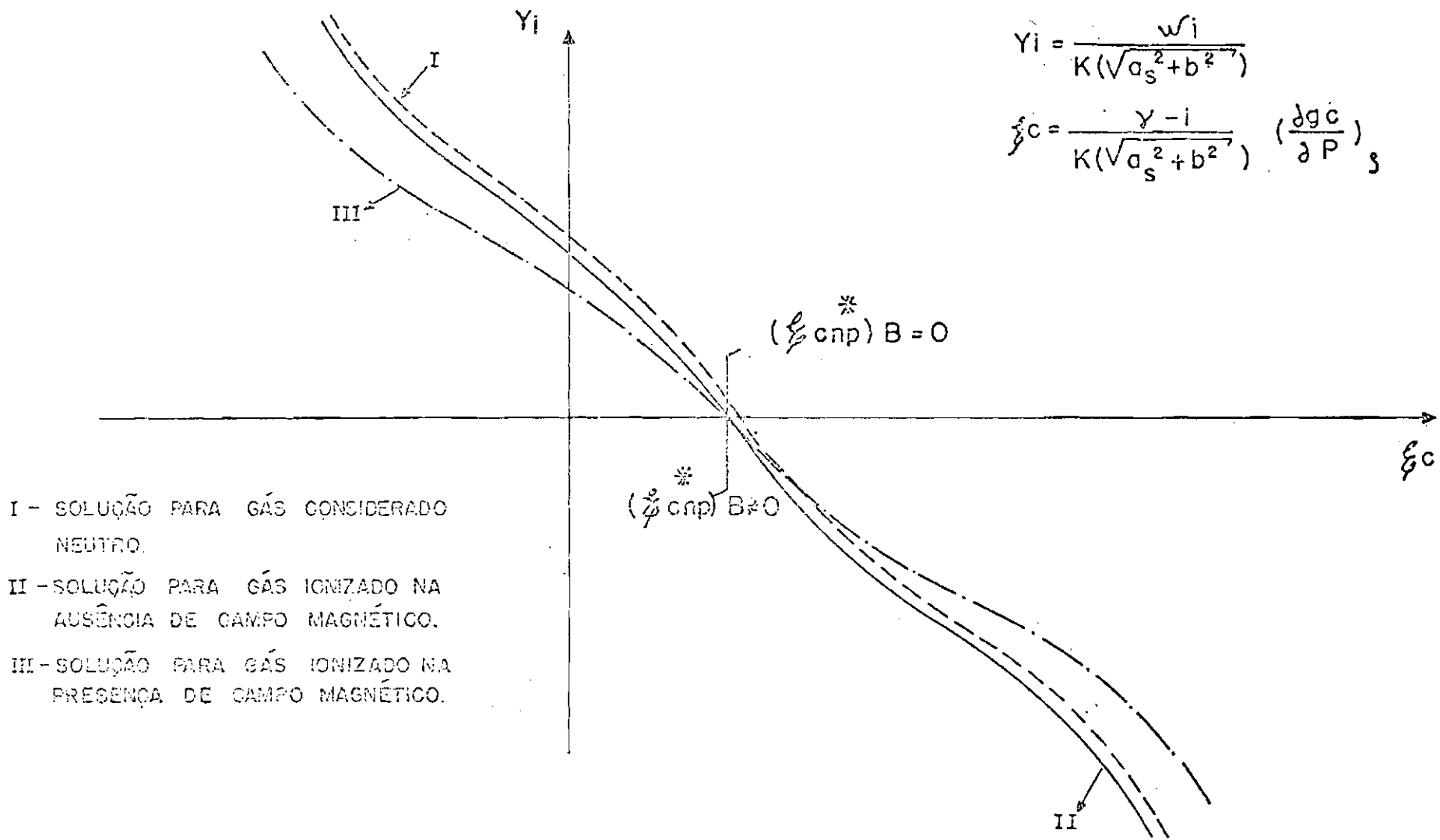


Fig. III.1 - Relação qualitativa entre y_i e ξ_c para a solução periódica.



- 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 ξ_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 ϵ_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.
- KUNKEI, 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:

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

$$\ell = \frac{1}{\pi \sqrt{2} d^2 N} \tag{A.1}$$

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:

$$F_C = \pi \sqrt{2} d^2 N \langle v \rangle \tag{A.2}$$

3. - PRIMEIRO COEFICIENTE DE VISCOSIDADE PARA GASES NEUTROS

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

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

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 relação:

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

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 ξ_V com ξ_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 η 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 ϵ_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 ϵ_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).

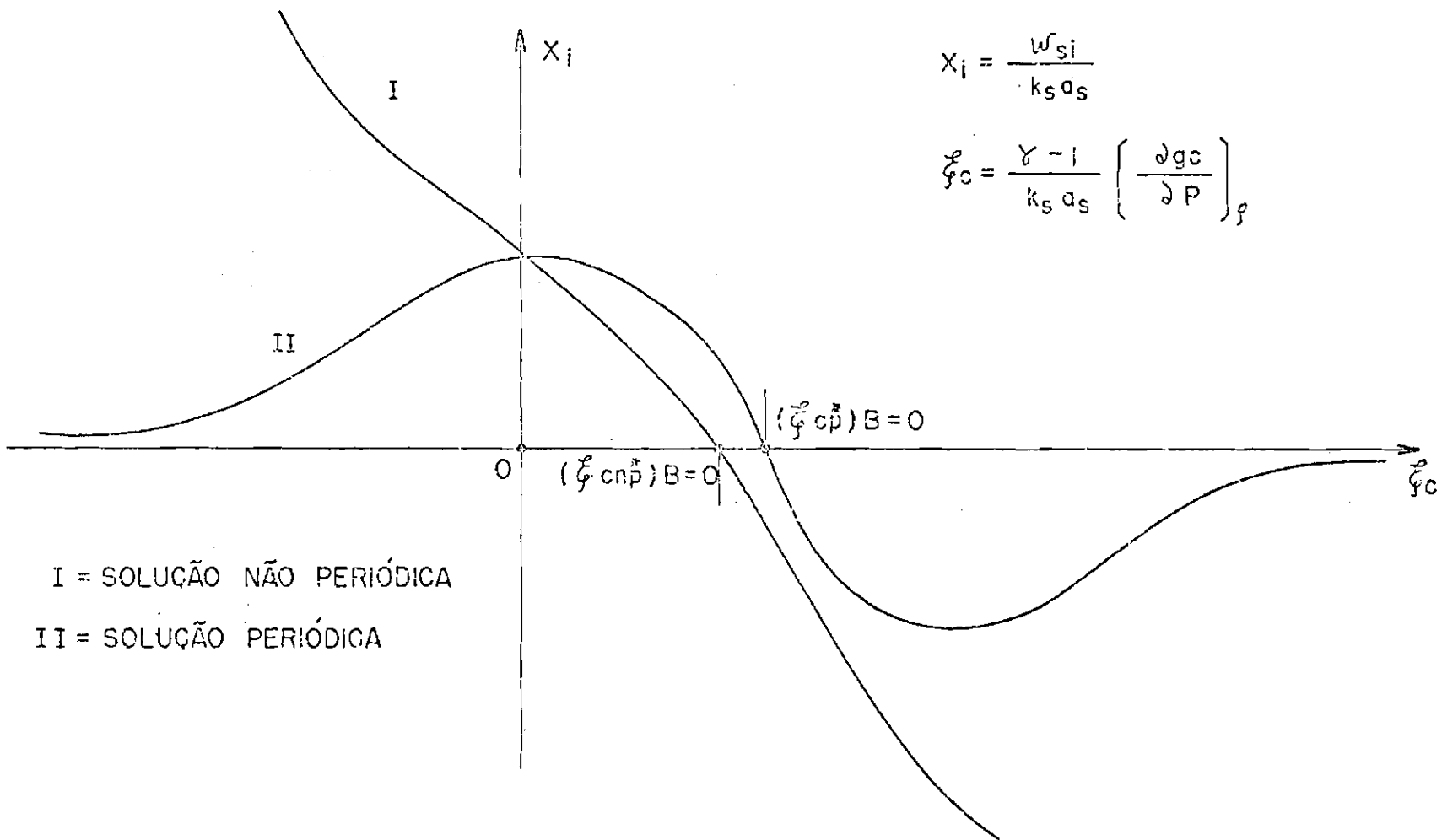
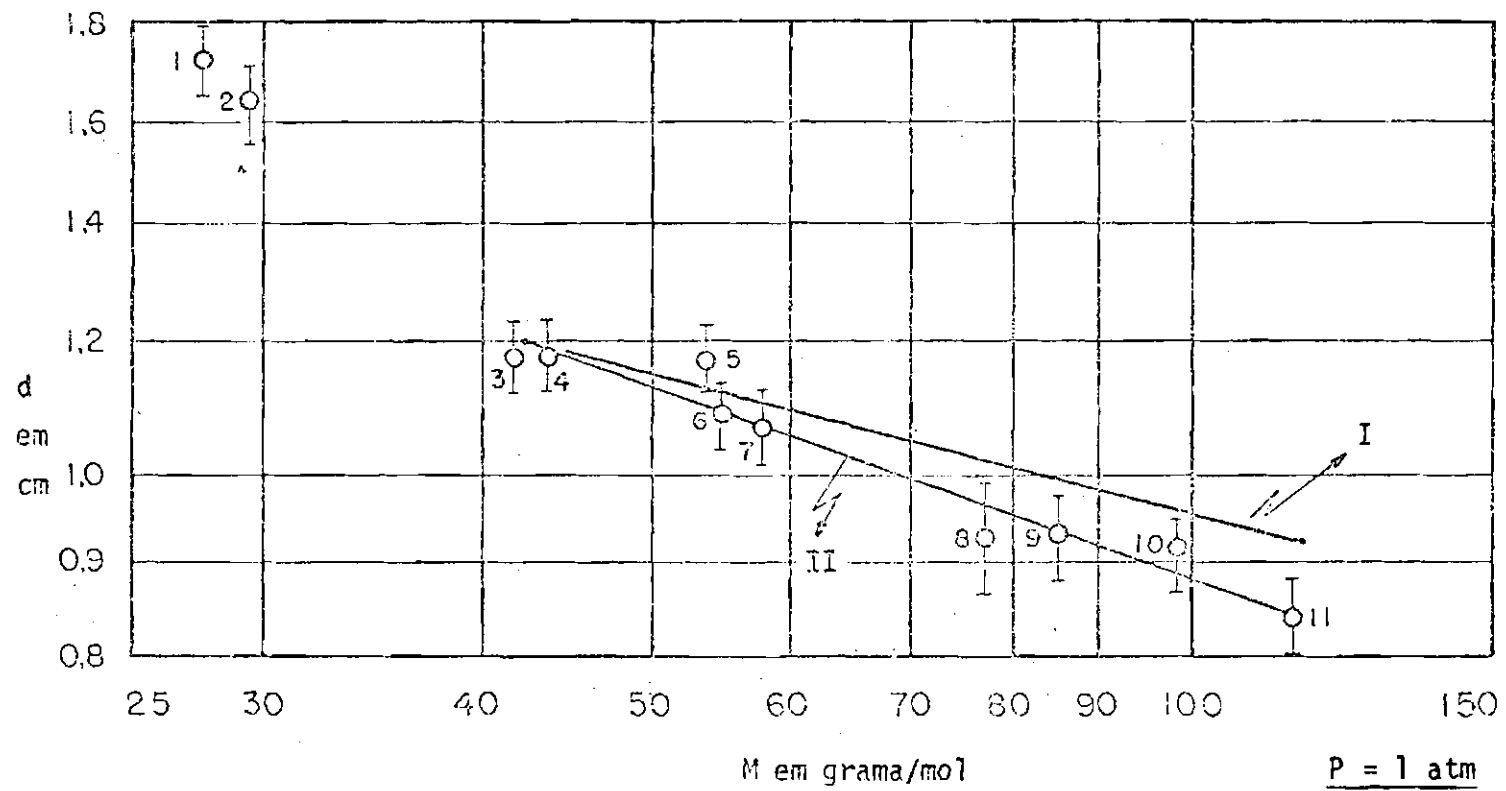


Fig. B.1 - Relação qualitativa entre x_i e ξ_c - Glushkov e Kareev (1970) -

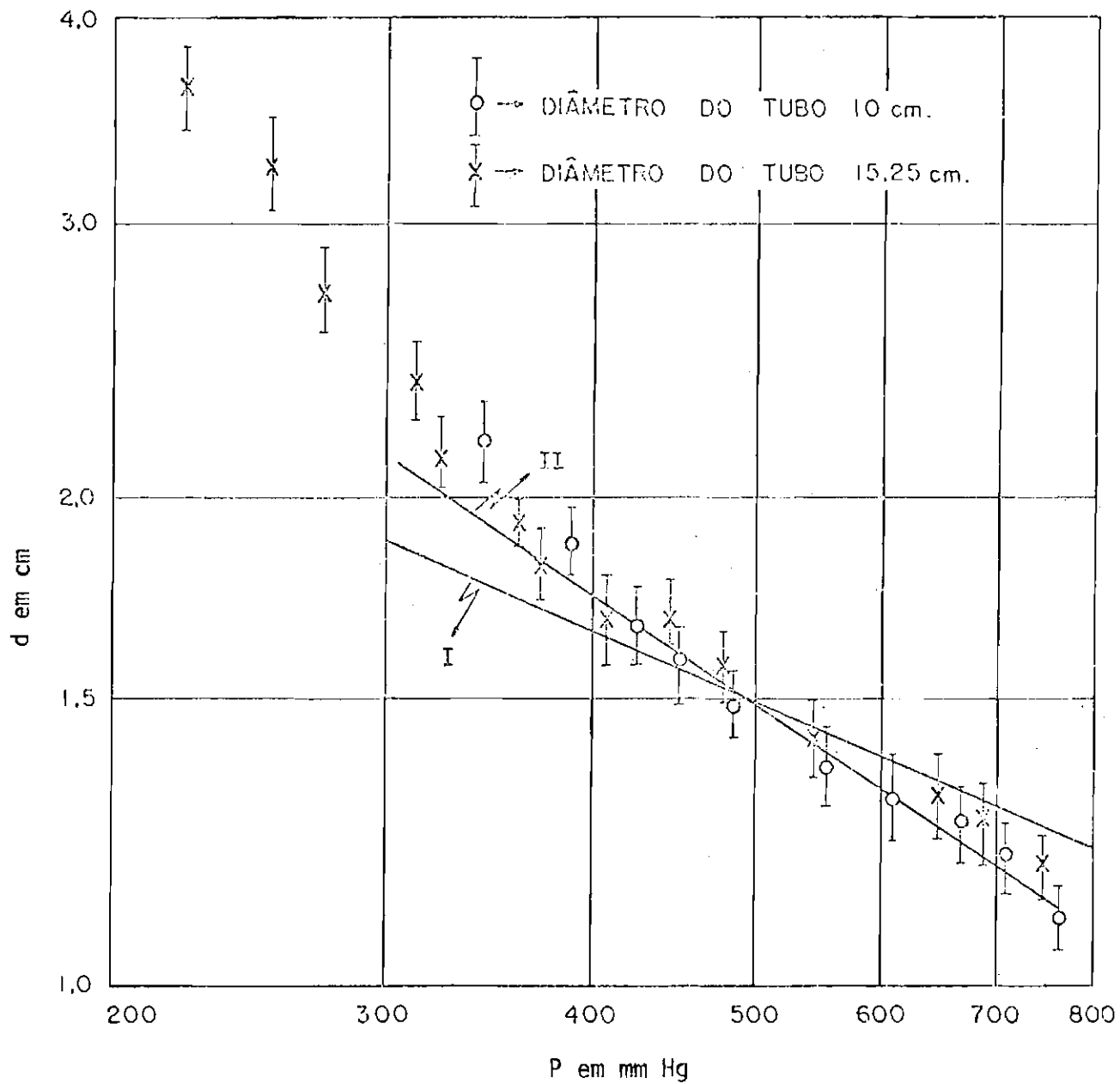
I - Curva $M^{1/4} d = \text{cte}$ obtida por Glushkov

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 ϵ_V , ϵ_T , ϵ_N e ϵ_B respectivamente, já definidos anteriormente; BETA é a razão entre a pressão magnética e a pressão hidrostática; DELTA a faixa de ϵ_C entre $\left[\epsilon_{cp}^* \right]_{B \neq 0}$ e $\left[\epsilon_{cnp}^* \right]_{B \neq 0}$ 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 ϵ_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 ϵ_C , anteriormente definido. EV(E) o produto de ϵ_V por $\left[\epsilon_C - \epsilon_T - \epsilon_N \right]$, que, como foi assumido no Capítulo II, deverá ser muito menor que um; EB(E)ZV o valor de $\epsilon \epsilon_B$ 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 K_a (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).

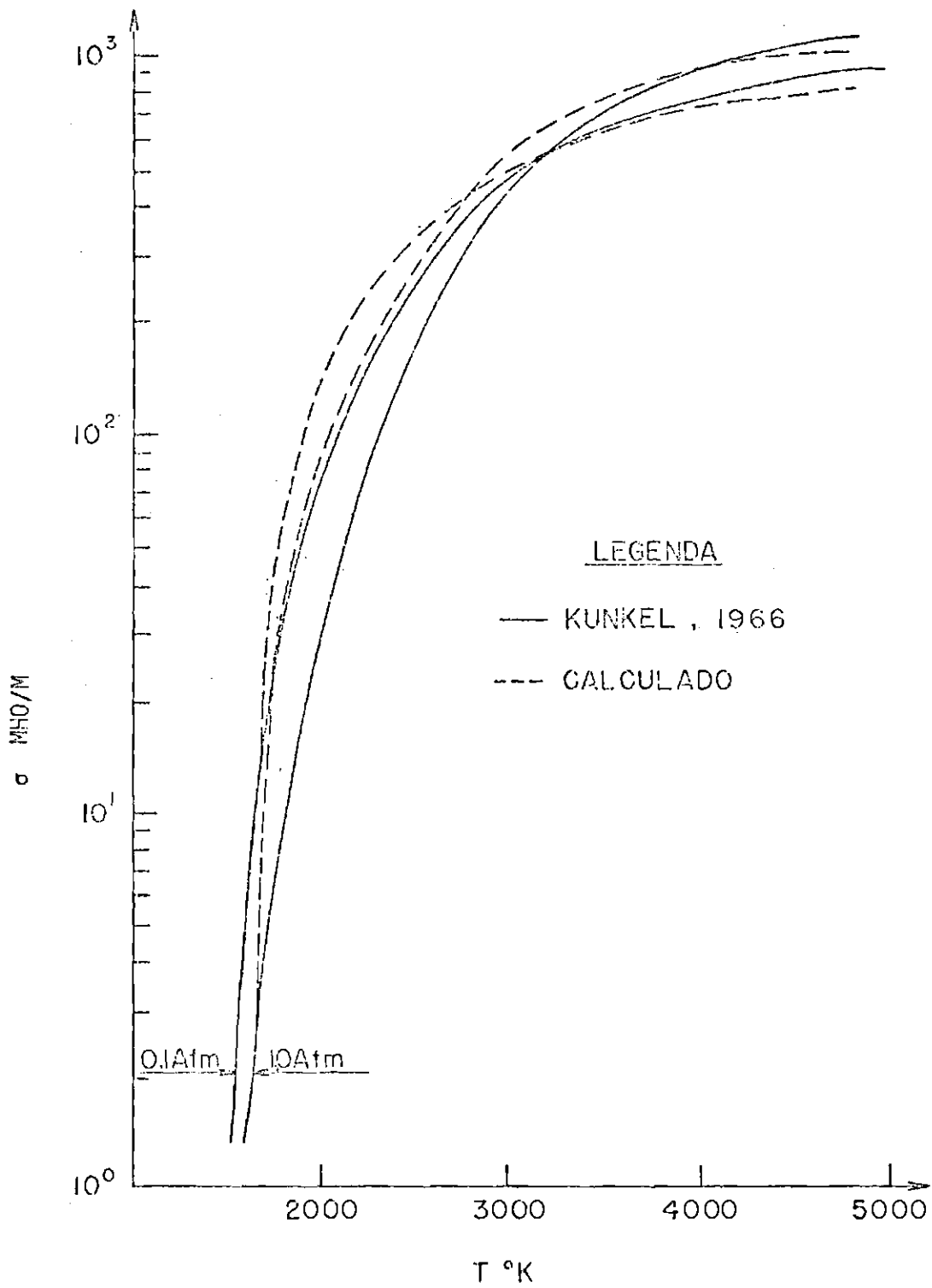


Fig. C.1 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio com "seed" para coeficiente cinético 1,0.

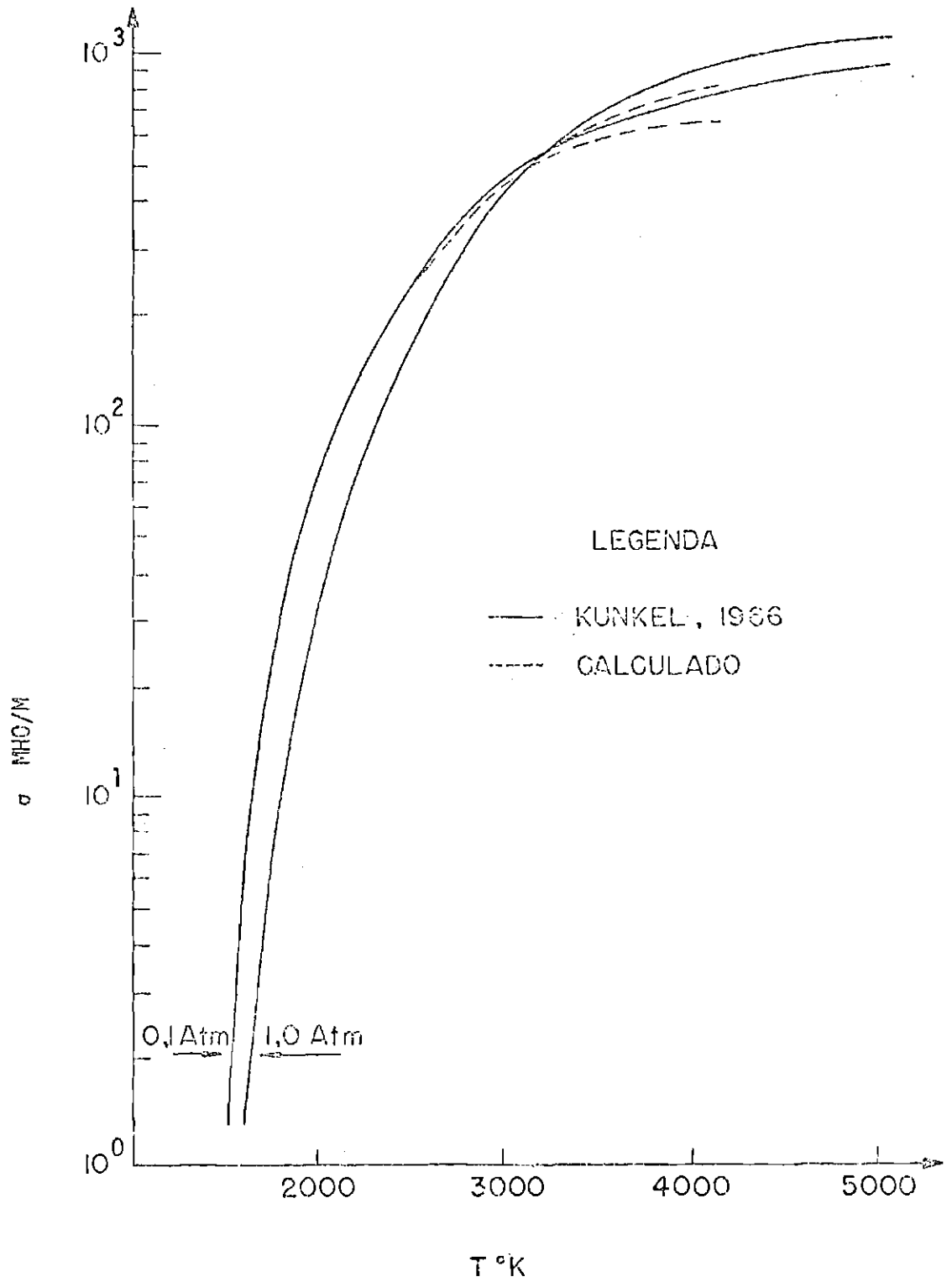


Fig. C.2 - Condutividade elétrica do Argônio com 0,175% de Césio como "seed" para coeficiente cinético 3,325.

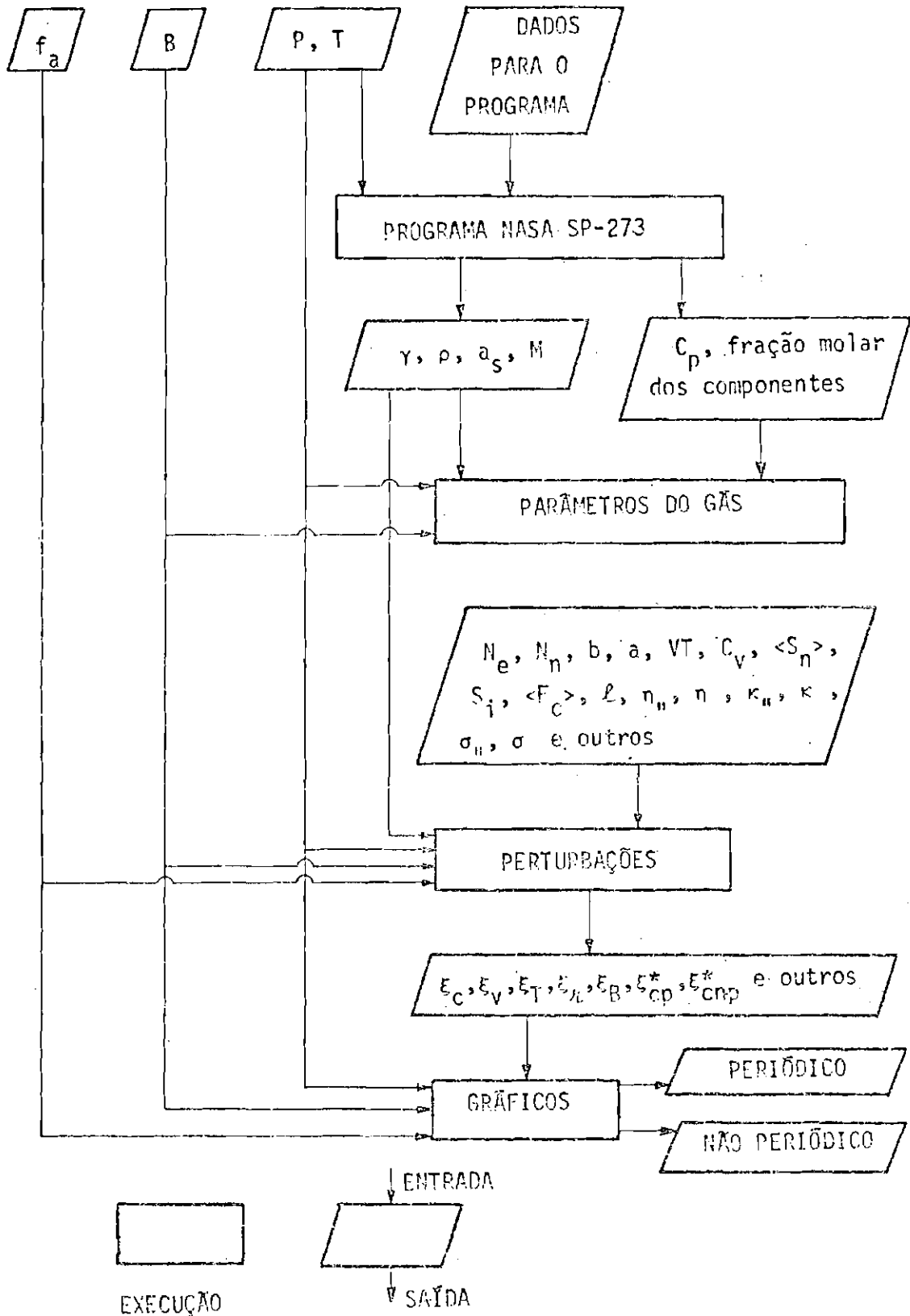


Fig. C.3 - Fluxograma operacional

TABELA C.1

COLISÃO ELÉTRON-ÁTOMO NEUTRO

SECÇÃO RETA DE COLISÃO EM 10^{-20}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,LCU,CCA,CCB,C
#CC,CCD,CEE,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[C(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,9HEBETA) = ,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,26(/))
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*4186.
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 RECU=DABS(ECO)*FAIXA
EC=ECO*M*RECU/2.
1007 EE=EC*ETR
EVCTR=EE*EV
EBCTR=VB*EB*EE/VMS
VLIM=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=DABS(AAA)**(1./3.)
FFF=DABS(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.)-CCC))-((CCA**3)/27.)
DDD=(A**3)+(B**2)
```


IF (DDD.LT.0.0) GO TO 1006

DDD=DDD**0.5

AAA=(B+DDD)

BBB=(B-DDD)

EEE=DABS(AAA)**(1./3.)

FFF=DABS(BBB)**(1./3.)

IF (AAA.LT.0.0) EEE=-EEE

IF (BBB.LT.0.0) FFF=-FFF

GO TO 1009

1006 IF (A.GE.0.0) GO TO 1009

WRITE (6,8025)

WRITE (6,1111)

GO TO 9010

1009 CONTINUE

GGG=EEE+FFF

ZZ(M)=GGG*(CCA/3.)

C #

C ARMAZENAMENTO EM MATRIZ

XX(M)=EC

EC=EC+RECD

IF (ION.EQ.1) GO TO 33

IF (BB.NE.0.0) GO TO 1222

33 YA(M)=YY(M)

ZA(M)=ZZ(M)

CAA(M)=CCA

CBA(M)=CCB

CFA(M)=CCC

CDA(M)=CCD

CEA(M)=CCE

CVA(M)=EVCTR

CGA(M)=EBCTR

PP(M)=100.-((1.-CVA(M))*100.)

IF (M.LT.N) GO TO 1007

IF (ION.EQ.1) GO TO 34

GO TO 1004

1222 YB(M)=YY(M)

ZB(M)=ZZ(M)

CAA(M)=CCA

CBA(M)=CCB

CFA(M)=CCC

CDA(M)=CCD

CEA(M)=CCE

CVA(M)=EVCTR

CGA(M)=EBCTR

TT(M)=100.-((1.-CVA(M))*100.)

IF (M.LT.N) GO TO 1007

C #

C DADOS CONSTANTES DA PERTURBACAO

34 IF (U(2).NE.0.0) GO TO 9006

WRITE (6,1005)

WRITE (6,8026)

KKL=2

IF (FV.LT.20.) KKL=1

IF (FV.GT.20000.) KKL=3

GO TO (61,62,63),KKL

61 WRITE (6,8017)

GO TO 73

62 WRITE (6,8018)

GO TO 73

63 WRITE (6,8019)

73 CONTINUE


```
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,UTI,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
```

DIMENSÃO 0(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 #####

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. AD 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. AD 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,///)

903 FORMAT (4X,39ENERGIA CINETICA EM ELETRON-VOLT... = ,E14.8,17X,39
#HCOEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = ,E14.8,///)
907 FORMAT (4X,39HFREQ. MEDIA DE COLISOES EM COL./SEG. = ,F14.8,17X,39
#HCOMPRIENTO DE DEBYE EM M = ,E14.8,//)
912 FORMAT (4X,39HVEL. MEDIA DOS ELETRONS EM M/SEG... = ,E14.8,17X,39
#HCONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = ,E14.8,//)
916 FORMAT (4X,39HCALOR ESP (VCTE EM KCAL/KG.GRAUS K. = ,E14.8,///)
918 FORMAT (4X,39HINDUCAD MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. = ,F14.2,17X,39
#HVELOCIDADE SONICA DO MEIO EM M/SEG.. = ,F14.2,//////)
919 FORMAT (4X,39HVEL. MEDIA DAS MOL. NEUTRAS EM M/SEG = ,E14.8,17X,40
#HCOEF. DE TRANSPORTE ASSUMINDO GAS NEUTRO,/
921 FORMAT (4X,39HSECCAO RETA EFETIVA DE COLISAO EM MQ = ,E14.8,17X,39
#HVELOCIDADE MAGNETOSONICA EM M/SEG .. = ,E14.8,///)
922 FORMAT (4X,39HTEMPERATURA DOS IONS EM GRAUS K..... = ,E14.8,17X,39
#HCONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHOM/M..... = ,E14.8,//)
1000 FORMAT(1H1)
1006 FORMAT (56X,16DADOS DE ENTRADA)
1007 FORMAT (18X,3H[CP],9X,3H[CT],8X,4H[CP],9X,3H[M],7X,5H[RHO],8X,4H[XE]
,8X,4H[XN],8X,4H[XI],8X,4H[MA],/
1009 FORMAT (4X,19(/))
1013 FORMAT (43X,39HPRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = ,F14.2)
1014 FORMAT (43X,39HTEMPERATURA EM GRAUS KELVIN = ,F14.2,///)
1015 FORMAT (43X,39HINDUCAD MAGNETICA IMPOSTA EM GAUSS.. = ,F14.2,///)
1016 FORMAT (43X,39HFREQUENCIA EM HERTZ..... = ,F14.2,///)
1020 FORMAT (1H+,73X,39HRAIO DE LARMOR EM CM = ,E14.8)
1021 FORMAT (4X,26(/))
1022 FORMAT (7X,7H[BB] = ,10(F9.2,2H;),/,14X,10(F9.2,2H;),/
1023 FORMAT (7X,7H[FS] = ,10(F9.2,2H;),/,14X,10(F9.2,2H;),///)
1024 FORMAT (7X,118(1H+,)/)
1025 FORMAT (7X,10(1H.,)12HGAS IONIZADO,/
1026 FORMAT (7X,10(1H.,)10HGAS NEUTRO,/
1027 FORMAT (18X,3H[P],9X,3H[T],8X,6H[GAMA],8X,4H[CP],8X,4H[VS],9X,3H[M]
,7X,5H[RHO],8X,4H[XN],8X,4H[NA],/
C
C
C

CONSTANTES:
LL=3.325
E = 1.60206/(10.**19)
ME = 9.1083/(10.**31)
K= 1.38044/(10.**23)
PI=3.14159265
MII=4.*PI/(10.**7)
C=2.99793*(10.**8)
NAV=6.0224*(10.**26)
BOHR=0.529/(10.**10)
C
C

LEITURA DE DADOS
310 READ (5,311,END=2) XS
IV=0
J=J+1
DO 10 J=1,20
READ (5,312) (XX(I,JA),JA=1,5)
NTEXTE=I-1
IF (XX(I,1).EQ.0.0.AND. XX(I,2).EQ.0.0) GO TO 66
10 CONTINUE
66 DO 30 IN=1,14
XL(J,IN)=XS(IN)
30 CONTINUE
DO 31 JJ=1,NTEXTE
DO 31 I=1,5
XZ(J,JJ,I)=YX(JJ,I)
31 CONTINUE

```
GO TO 63
2 IF (U(1).EQ.1) GO TO 3
  IF (U(1).EQ.3) GO TO 3
  WRITE (6,1000)
  WRITE (6,1021)
  WRITE (6,1006)
  WRITE (6,1000)
  WRITE (6,1022) BM
  WRITE (6,1024)
  WRITE (6,1023) FS
  WRITE (6,1024)
  WRITE (6,1025)
  WRITE (6,1007)
  DO 32 I=1,J
    DO 32 JI=1,NTEXTE
      WRITE (6,315) XL(I,4),XL(I,5),XL(I,2),XL(I,6),XL(I,7),XL(I,8),XZ(I
# ,JI,1),XZ(I,JI,3),XZ(I,JI,4)
32 CONTINUE
  WRITE (6,1024)
  WRITE (6,1026)
  WRITE (6,1027)
  DO 33 I=1,J
    DO 33 JPI=1,NTEXTE
      WRITE (6,315) XL(I,4),XL(I,5),XL(I,10),XL(I,11),XL(I,12),XL(I,13),
# XL(I,14),XZ(I,JPI,2),XZ(I,JPI,5)
33 CONTINUE
GO TO 3
63 NNT=0.0
  NIT=0.0
  SNT=0.0
  RNN=0.0
  RN=0.0
  MN=0.0
  MI=0.0
  ITEXTE=0.0
  MAI=0.0
  DM=0.0
  VMLM=0.0
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
C TRANSFORMACAO DE UNIDADES:
  M=XS(6)*1.66/(10.**27)
  MNN=XS(13)*1.66/(10.**27)
  DO 20 I=1,NTEXTE
    XN(I,4)=XX(I,4)*1.66/(10.**27)
    MN=MN+XN(I,4)
    IF (XX(I,3).EQ.0.0) GO TO 20
    ITEXTE=ITEXTE+1
    XN(I)=XN(I,4)
    MI=MI+XN(I,4)
    MAI=MAI+XX(I,4)
20 CONTINUE
  RN=MN/NTEXTE
  MI=MI/ITEXTE
  MAI=MAI/ITEXTE
  RHO=XS(7)*(10.**3)
  RHON=XS(14)*(10.**3)
  P=XS(4)*1.013*(10.**5)
C # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # # #
C CALCULOS DAS CONCENTRACOES:
  TE=XS(5)
  TJ=XS(5)
```

```
NT=RHO*NAV/XS(6)
NNNT=RHO*NAV/XS(13)
NE=XS(8)*NT
DU 12 I=1,NTEXTE
NN(I)=XX(I,1)*NT
NI(I)=XX(I,3)*NT
NNT=NNT+NN(I)
NIT=NIT+NI(I)
12 CONTINUE
C #####
51 IV=IV+1
JV=0
FV=FS(IV)
52 JV=JV+1
BV=BM(JV)
BB=BV/(10.**4)
IF (FV.EQ.0.0) GO TO 310
C #####
C CALCULOS DE PARAMETROS:
MIG=RMI*MII
VB=BB/((RHO*MIG)**0.5)
VMS=((XS(3)**2)+(VB**2))/(1.+((VB**2)/(C**2)))*0.5
VM=(B.*K*TE)/(PI*ME)**0.5
VMI=((8.*K*TI)/(PI*MI))**0.5
VT=((8.*K*XS(5))/(PI*M)**0.5)+VE
VMN=((8.*K*XS(5))/(PI*MN)**0.5
CD=69.*((TE/NE)**0.5)
IF (BB.EQ.0.0) GO TO 7
RL=MI*XS(3)/BB/E
7 EN=ME*(VM**2)/2./E
CEV=XS(2)/XS(1)
CEVN=XS(11)/XS(10)
GIUN=NE/(NIT+NNT)
GF=C*BB/ME/C
LN=DLUG(0.87*(10.**7)*(TE**1.5)/(NE**0.5))
SI=2.94*LN/(10.**10)/(TE**2)
C #####
C CALCULOS DAS SECCOES RETAS DE COLISAO DOS ELEMENTOS NEUTROS
DU 14 I=1,NTEXTE
A=XX(I,5)
CALL LUIC(EN,A,B)
SN(I)=A/(10.**20)
D(I)=2.*B*BUHR
DM=DM+D(I)
SNT=SNT+SN(I)
14 CONTINUE
DM=DM/NTEXTE
SNT=SNT/NTEXTE
DU 15 JI=1,NTEXTE
RNN=NN(JI)*SN(JI)/NE
RN=RN+RNN
15 CONTINUE
DU 40 I=1,NTEXTE
VML(I)=((8.*K*XS(5))/(PI*XN(1,4)))*0.5
VMLM=VMLM+VML(I)
XN(I)=XX(I,1)+(2.*XX(I,3))
LI(I)=1./PI/(2.**0.5)/(D(I)**2)/NN(I)
40 CONTINUE
VLM=VMLM/NTEXTE
L=1./PI/(2.**0.5)/(DM**2)/NNT
LN=1./PI/(2.**0.5)/(C**2)/NNT
```

```
LD=1./PI/(2.**0.5)/(CD**2)/NE
TT=L/VMLM
FC=1./TT
C *****
WRITE(6,1000)
WRITE(6,1009)
WRITE(6,1016) FV
WRITE(6,1015) BV
WRITE(6,1014) XS(5)
WRITE(6,1013) XS(4)
C *****
C CALCULOS DOS COEFICIENTES DE TRANSPORTES PARA GASES NEUTROS
C *****#VISCOSIDADE PARA GASES NEUTROS
CVN=(RHDN*VMN*LNN)/3.
C *****#CONDUTIBILIDADE TERMICA PARA GASES NEUTROS
CTN=2.*CVN*CEVN/3.
C *****#
C CALCULOS DOS COEFICIENTES DE TRANSPORTES PARALELOS AO CAMPO MAG.
C *****#CONDUTIVIDADE ELETRICA PARALELA
RE=((8.*K*TE*ME/PI/(E**4))**0.5)*((LL*RN)+((NIT/NE)*SI))
CE=1./RE
TESTE=XS(9)/CE
C *****#VISCOSIDADE PARALELA
FVISC=VMI/LD
CVI=(NT*K*XS(5)*((M*MI*FVISC)+(M*MN*FC))/(MN*MI*FVISC*FC)
C *****#CONDUTIBILIDADE TERMICA PARALELA
CTI=(2./3.)*CVI*CEV
C *****#
C CALCULOS DOS COEFICIENTES DE TRANSPORTES PERPEND. AO CAMPO MAG.
IF (BB.NE.0.0) GO TO 1010
CEP=CE
CVIP=CVN
CTIP=CTN
GO TO 1011
C *****#CONDUTIVIDADE ELETRICA PERPENDICULAR
1010 TTE=ME*CE/NE/(E**2)
CEP=CE/(1.+((GF*TTE)**2))
C *****#VISCOSIDADE PERPENDICULAR
CVIP=CVI
C *****#CONDUTIBILIDADE TERMICA PERPENDICULAR
CTIP=CTI
C *****#
1011 IF (D(1).EQ.1) GO TO 9004
IF (D(1).EQ.2) GO TO 9004
WRITE(6,1000)
WRITE(6,201) XS(4),XS(5)
WRITE(6,918) BV,XS(3)
WRITE(6,202) RHD
WRITE(6,800) NE,CE
WRITE(6,900) NIT,CTI
WRITE(6,602) NNT,CVI
WRITE(6,800) TE
WRITE(6,922) TI,CEP
WRITE(6,700) -SIGN,CTIP
WRITE(6,903) FN,CVIP
WRITE(6,919) VMLM
WRITE(6,912) VN,CTN
WRITE(6,902) VT,CVN
WRITE(6,101) XS(1)
WRITE(6,915) CEV
WRITE(6,304) SNT,V8
```



```
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 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 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/DLP)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 | WT FRACTION
(SEE NOTE) | ENERGY
CAL/MOL | STATE | TEMP
DEG K | DENSITY
G/CC |
|--------------------|---------------------------|-------------------|-------|---------------|-----------------|
| OXIDANT AR 1.00000 | 1.00000 | 0.000 | G | 647.93 | 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 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| RHO, G/CC | 1.6248 ⁻⁵ | 1.6248 ⁻⁴ | 1.6248 ⁻³ | 1.6248 ⁻² |
| 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 ⁻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 .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 ⁻⁵ | 1.2186 ⁻⁴ | 1.2186 ⁻³ | 1.2186 ⁻² |
| 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 ⁻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
(SEE NOTE) | ENERGY
CAL/MOL | STATE | TEMP
DEG K | DENSITY
G/CC |
| | CHEMICAL FORMULA | | | | | | |
| | 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 | 1.2180-5 | 1.2180-4 | 1.2182-3 | 1.2184-2 |
| 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 | 5.2046-4 | 4.7675-4 | 3.1278-4 | 1.3405-4 |
| AR | 7.9895-1 | 9.9900-1 | 9.9916-1 | 9.9434-1 |
| CS | 5.9175-6 | 4.9653-5 | 2.1371-4 | 3.9253-4 |
| CS* | 5.2046-4 | 4.7675-4 | 3.1270-4 | 1.3405-4 |

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

- C.30 -

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 |

PRESSAO DA SUBSTANCIA EM ATM..... = 1,00
INDUCAO MAGNETICA 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 IONIZACAO (ADM)..... = .47697589E-03
ENERGIA CINETICA 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 TERMICA EM M/SEG..... = .14556074E+04

COEF. ADIABATICO (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 MAGNETICO
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHO/M..... = .75130383E+03
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11463826E-05
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22971354E-04

COEF. DE TRANSPORTE PER. AO CAMPO MAGNETICO
CONDUTIVIDADE ELETRICA EM MHO/M..... = .75130383E+03
CONDUTIVIDADE TERMICA EM KCAL/SEG.M.K = .11463826E-05
COEF. DE VISCOSIDADE EM KG/SEG.M.... = .22971354E-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 = .25560622E+04
VELOCIDADE MAGNETOSONICA EM M/SEG .. = .28139078E+04

COMPRIMENTO DE DERVE EM M = .14754885E-06

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

RAIO DE LARMOR EM M = .16205138E-02

[ONDAS SÓNICAS 1

[FS] = .14996177E+05

[FTR] = .82062587E+10

[LAMB] = .78466667E-01

[EV] = .17112243E-00

[ER] = .10302745E+00

[ET] = .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) | (O1) | (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 |
| -.80469506E+00 | .20564042E+00 | -.73903144E-02 | -.1759E+01 | -.5088E-01 | -.3180E-04 |
| -.76156719E+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 | .34382901E+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

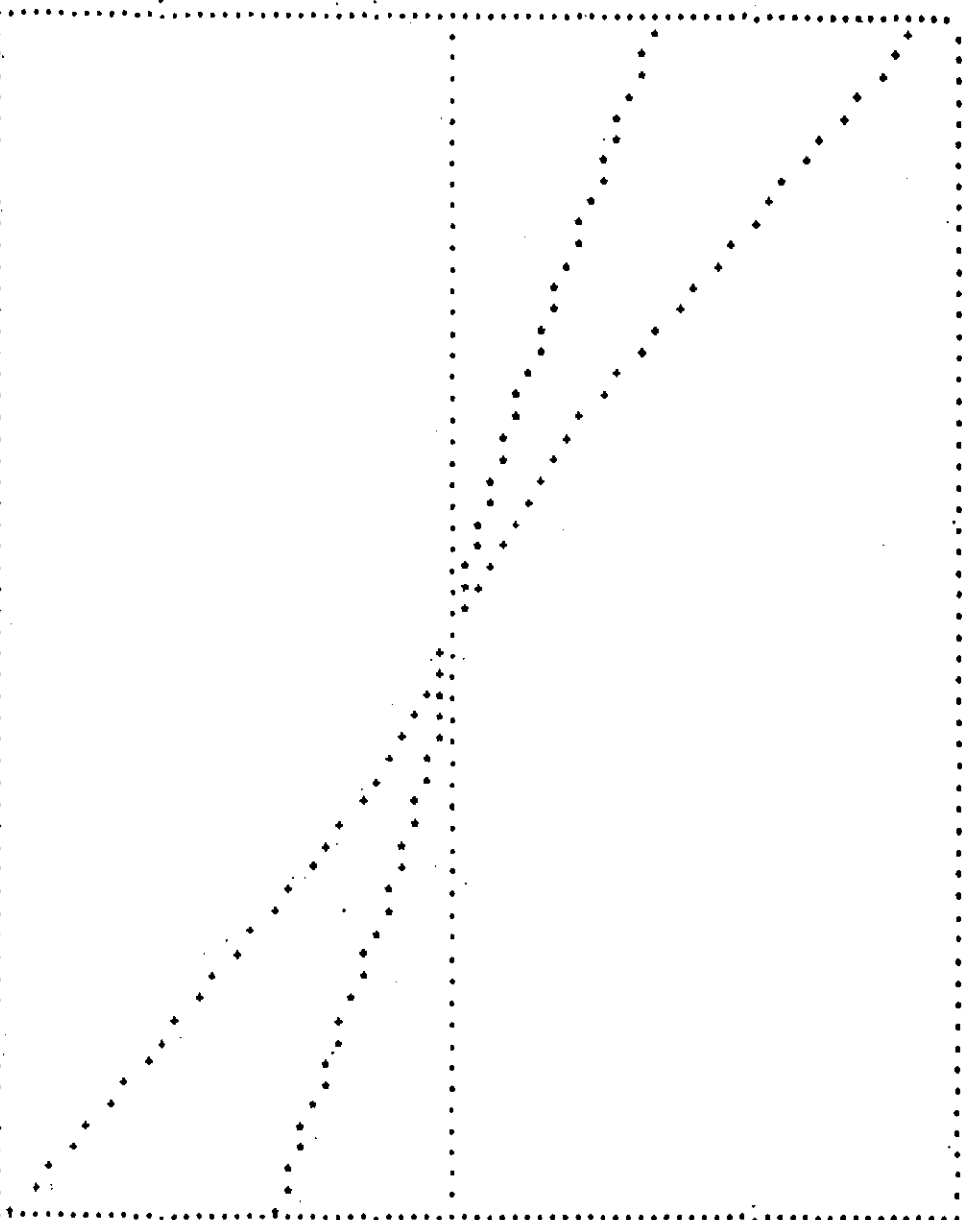
| (EC) | (YI(S)) | (YI(C)) | (PER) |
|--------------|--------------|-------------|--------|
| .27282659+01 | .672014E-01 | .285073E-01 | 42.42 |
| .258479E+01 | .695158E-01 | .295146E-01 | 42.46 |
| .258153E+01 | .719826E-01 | .305920E-01 | 42.50 |
| .247227E+01 | .746154E-01 | .317442E-01 | 42.55 |
| .237501E+01 | .774282E-01 | .329844E-01 | 42.60 |
| .227174E+01 | .804358E-01 | .343163E-01 | 42.66 |
| .216948E+01 | .836523E-01 | .357494E-01 | 42.74 |
| .206922E+01 | .870925E-01 | .372939E-01 | 42.82 |
| .196198E+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 |
| .196198E+01 | -.988426E-01 | .394338E-01 | 40.10 |
| .206922E+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 |
| .247227E+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 |

SOLUCAO NAO PERIODICA EM TORNO DO PONTO LIMITE

| (B) | (C) | (D) | (E) | (E)(ZV) | (E)(E) |
|---------------|---------------|---------------|-----------|------------|------------|
| -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 |
| -97744651F+00 | .17502755F+00 | -99883774F-01 | .2168E+01 | -.6218E-01 | -.3887E-04 |
| -93425865F+00 | .17502755F+00 | -95343153F-01 | .2065E+01 | -.5936E-01 | -.3710E-04 |
| -89107079F+00 | .17502755F+00 | -90802531E-01 | .1962E+01 | -.5653E-01 | -.3534E-04 |
| -84788292F+00 | .17502755F+00 | -86261910E-01 | .1859E+01 | -.5370E-01 | -.3357E-04 |
| -80469506F+00 | .17502755F+00 | -81721288E-01 | .1755E+01 | -.5088E-01 | -.3180E-04 |
| -76150719F+00 | .17502755F+00 | -77180667E-01 | .1652E+01 | -.4805E-01 | -.3004E-04 |
| -71831933F+00 | .17502755F+00 | -72640045E-01 | .1549E+01 | -.4522E-01 | -.2827E-04 |
| -67513147F+00 | .17502755F+00 | -68099424E-01 | .1446E+01 | -.4240E-01 | -.2650E-04 |
| -63194360F+00 | .17502755F+00 | -63558803E-01 | .1342E+01 | -.3957E-01 | -.2473E-04 |
| -58875574F+00 | .17502755F+00 | -59018181E-01 | .1239E+01 | -.3674E-01 | -.2297E-04 |
| -54556788F+00 | .17502755F+00 | -54477560E-01 | .1136E+01 | -.3392E-01 | -.2120E-04 |
| -50238001F+00 | .17502755F+00 | -49936938E-01 | .1033E+01 | -.3109E-01 | -.1943E-04 |
| -45919215F+00 | .17502755F+00 | -45396317E-01 | .9294E+00 | -.2826E-01 | -.1767E-04 |
| -41600429F+00 | .17502755F+00 | -40855695E-01 | .8261E+00 | -.2544E-01 | -.1590E-04 |
| -37281642F+00 | .17502755F+00 | -36315074E-01 | .7228E+00 | -.2261E-01 | -.1413E-04 |
| -32962856F+00 | .17502755F+00 | -31774452E-01 | .6196E+00 | -.1978E-01 | -.1237E-04 |
| -28644069F+00 | .17502755F+00 | -27233831E-01 | .5163E+00 | -.1695E-01 | -.1060E-04 |
| -24325283F+00 | .17502755F+00 | -22693209E-01 | .4130E+00 | -.1413E-01 | -.8831E-05 |
| -20006497F+00 | .17502755F+00 | -18152588E-01 | .3098E+00 | -.1130E-01 | -.7064E-05 |
| -15687710E+00 | .17502755F+00 | -13611966E-01 | .2065E+00 | -.8474E-02 | -.5297E-05 |
| -11368924E+00 | .17502755F+00 | -90713449E-02 | .1033E+00 | -.5648E-02 | -.3530E-05 |
| -70501374E-01 | .17502755F+00 | -45307234E-02 | .9294E-12 | -.2821E-02 | -.1763E-05 |
| -27313513E-01 | .17502755F+00 | -98940701E-05 | .1033E+00 | .6162E-05 | .3852E-04 |
| .15874351E-01 | .17502755F+00 | .45505195E-02 | .2065E+00 | .2833E-02 | .1771E-05 |
| .59042214E-01 | .17502755F+00 | .90911410E-02 | .3098E+00 | .5660E-02 | .3538E-05 |
| .10225008E+00 | .17502755F+00 | .13631762E-01 | .4130E+00 | .8487E-02 | .5305E-05 |
| .14543754E+00 | .17502755F+00 | .18172384E-01 | .5163E+00 | .1131E-01 | .7072E-05 |
| .18862581E+00 | .17502755F+00 | .22713005E-01 | .6196E+00 | .1414E-01 | .8839E-05 |
| .23181367E+00 | .17502755F+00 | .27253627E-01 | .7228E+00 | .1697E-01 | .1061E-04 |
| .27500153E+00 | .17502755F+00 | .31794244E-01 | .8261E+00 | .1979E-01 | .1237E-04 |
| .31818940E+00 | .17502755F+00 | .36334870E-01 | .9294E+00 | .2262E-01 | .1414E-04 |
| .36137724E+00 | .17502755F+00 | .40875491E-01 | .1033E+01 | .2545E-01 | .1591E-04 |
| .40456512E+00 | .17502755F+00 | .45416113E-01 | .1136E+01 | .2827E-01 | .1767E-04 |
| .44775299E+00 | .17502755F+00 | .49956734E-01 | .1239E+01 | .3110E-01 | .1944E-04 |
| .49094085E+00 | .17502755F+00 | .54497356E-01 | .1342E+01 | .3393E-01 | .2121E-04 |
| .53412871E+00 | .17502755F+00 | .59037977E-01 | .1446E+01 | .3676E-01 | .2298E-04 |
| .57731658E+00 | .17502755F+00 | .63578598E-01 | .1549E+01 | .3958E-01 | .2474E-04 |
| .62050444E+00 | .17502755F+00 | .68119220E-01 | .1652E+01 | .4241E-01 | .2651E-04 |
| .66369231E+00 | .17502755F+00 | .72659842E-01 | .1755E+01 | .4524E-01 | .2827E-04 |
| .70688017E+00 | .17502755F+00 | .77200463E-01 | .1859E+01 | .4806E-01 | .3004E-04 |
| .75006803E+00 | .17502755F+00 | .81741085E-01 | .1962E+01 | .5089E-01 | .3180E-04 |
| .79325590E+00 | .17502755F+00 | .86281706E-01 | .2065E+01 | .5372E-01 | .3357E-04 |
| .83644376E+00 | .17502755F+00 | .90822327E-01 | .2168E+01 | .5654E-01 | .3534E-04 |
| .87963162E+00 | .17502755F+00 | .95362949E-01 | .2272E+01 | .5937E-01 | .3710E-04 |
| .92281948E+00 | .17502755F+00 | .99903570E-01 | .2375E+01 | .6220E-01 | .3887E-04 |
| .96600734E+00 | .17502755F+00 | .10444191E+00 | .2478E+01 | .6502E-01 | .4064E-04 |
| .10091952E+01 | .17502755F+00 | .10994811E+00 | .2582E+01 | .6785E-01 | .4240E-04 |
| .10523831E+01 | .17502755F+00 | .11545431E+00 | .2685E+01 | .7068E-01 | .4417E-04 |
| .10955710E+01 | .17502755F+00 | .12096051E+00 | .2788E+01 | .7350E-01 | .4594E-04 |
| .11387589E+01 | .17502755F+00 | .12646671E+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

[FTER] = .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] | [B(E)Z] | [E(E)] |
|-----------------|---------------|----------------|-------------|------------|------------|
| -.12150179E+01 | .53974382E+00 | -.42600225E-01 | -.41130E+00 | -.3274E-01 | -.4857E-04 |
| -.11132100E+01 | .51429599E+00 | -.41147913E-01 | -.31614E+00 | -.3157E-01 | -.4604E-04 |
| -.111300022E+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 | -.2065E+00 | -.2806E-01 | -.4164E-04 |
| -.10027706E+01 | .42156100E+00 | -.35330868E-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 | .34334104E+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 | .2065E+00 | -.1871E-01 | -.2776E-04 |
| -.66191509E+00 | .27972371E+00 | -.23720179E-01 | .2501E+00 | -.1754E-01 | -.2602E-04 |
| -.61930602E+00 | .26507610E+00 | -.22267667E-01 | .2952E+00 | -.1637E-01 | -.2429E-04 |
| -.57670017E+00 | .25133363E+00 | -.20815556E-01 | .3414E+00 | -.1520E-01 | -.2255E-04 |
| -.53409233E+00 | .24150421E+00 | -.19363245E-01 | .4130E+00 | -.1403E-01 | -.2082E-04 |
| -.49140444E+00 | .23057931E+00 | -.17910934E-01 | .4646E+00 | -.1286E-01 | -.1909E-04 |
| -.44887663E+00 | .22055312E+00 | -.16458622E-01 | .5163E+00 | -.1169E-01 | -.1735E-04 |
| -.40525079E+00 | .21145414E+00 | -.15006311E-01 | .5679E+00 | -.1052E-01 | -.1562E-04 |
| -.36350094E+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 | .18409335E+00 | -.91970663E-02 | .7744E+00 | -.5846E-02 | -.8677E-05 |
| -.19322906E+00 | .17952495E+00 | -.77447550E-02 | .8260E+00 | -.4679E-02 | -.6942E-05 |
| -.15052172E+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-02 | -.3548E-05 |
| -.19057605E-01 | .17020978E+00 | -.14831987E-02 | .1084E+01 | -.1167E-02 | -.1731E-05 |
| -.15241751E-01 | .17116455E+00 | -.96911236E-03 | .1136E+01 | -.2336E-02 | -.3466E-05 |
| -.10502536E+00 | .17294934E+00 | -.24214236E-02 | .1187E+01 | -.3565E-02 | -.5200E-05 |
| -.14753320E+00 | .17551945E+00 | -.38737348E-02 | .1239E+01 | -.4674E-02 | -.6935E-05 |
| -.19024105E+00 | .17423847E+00 | -.53280461E-02 | .1291E+01 | -.5843E-02 | -.8670E-05 |
| -.23254594E+00 | .18374592E+00 | -.67783579E-02 | .1342E+01 | -.7012E-02 | -.1040E-04 |
| -.27545074E+00 | .18915966E+00 | -.82306685E-02 | .1394E+01 | -.8181E-02 | -.1214E-04 |
| -.31806458E+00 | .19548133E+00 | -.96829797E-02 | .1446E+01 | -.9350E-02 | -.1367E-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 | -.14039913E-01 | .1600E+01 | -.1286E-01 | -.1908E-04 |
| -.48849597E+00 | .22984764E+00 | -.15492275E-01 | .1652E+01 | -.1403E-01 | -.2081E-04 |
| -.53110301E+00 | .24070837E+00 | -.16944536E-01 | .1704E+01 | -.1520E-01 | -.2255E-04 |
| -.57371166E+00 | .25247893E+00 | -.18396807E-01 | .1755E+01 | -.1637E-01 | -.2428E-04 |
| -.61631956E+00 | .26515299E+00 | -.19849150E-01 | .1807E+01 | -.1753E-01 | -.2602E-04 |
| -.65892735E+00 | .27873657E+00 | -.21301470E-01 | .1859E+01 | -.1870E-01 | -.2775E-04 |
| -.70153514E+00 | .29322947E+00 | -.22753161E-01 | .1910E+01 | -.1986E-01 | -.2949E-04 |
| -.74414304E+00 | .30862766E+00 | -.24200092E-01 | .1962E+01 | -.2105E-01 | -.3123E-04 |
| -.78675005E+00 | .32493450E+00 | -.25650403E-01 | .2013E+01 | -.2222E-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 | .37930715E+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 | .46449966E+00 | -.35824582E-01 | .2375E+01 | -.3040E-01 | -.4511E-04 |
| -.11270136E+01 | .48800809E+00 | -.37276893E-01 | .2426E+01 | -.3157E-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 |
| -.309758E+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 |
| .309758E+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 | .870528E-01 | 93.53 |
| .567884E+00 | .855241E-01 | .810763E-01 | 94.79 |
| .619507E+00 | .774210E-01 | .746009E-01 | 96.36 |
| .671130E+00 | .688164E-01 | .676745E-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 | 55.19 |
| .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 | -.783584E-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 | -.943073E-01 | 76.41 |
| .191015E+01 | -.126045E+00 | -.965924E-01 | 76.92 |
| .196178E+01 | -.127744E+00 | -.982684E-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 | -.100484E+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)Z) | (E9(E)) |
|----------------|---------------|----------------|------------|------------|------------|
| -.12155179E+01 | .68076224E+00 | -.48688109E+00 | -.4130E+00 | -.3274E-01 | -.4857E-04 |
| -.11732100E+01 | .68076224E+00 | -.46949377E+00 | -.3614E+00 | -.3157E-01 | -.4664E-04 |
| -.11350022E+01 | .68076224E+00 | -.45210644E+00 | -.3098E+00 | -.3040E-01 | -.4511E-04 |
| -.10579943E+01 | .68076224E+00 | -.43471912E+00 | -.2581E+00 | -.2923E-01 | -.4337E-04 |
| -.10453850E+01 | .68076224E+00 | -.41733180E+00 | -.2065E+00 | -.2806E-01 | -.4164E-04 |
| -.10027735E+01 | .68076224E+00 | -.39944468E+00 | -.1549E+00 | -.2689E-01 | -.3990E-04 |
| -.95017076E+00 | .68076224E+00 | -.38255715E+00 | -.1033E+00 | -.2572E-01 | -.3817E-04 |
| -.91756293E+00 | .68076224E+00 | -.36516983E+00 | -.5163E-01 | -.2455E-01 | -.3643E-04 |
| -.87495504E+00 | .68076224E+00 | -.34778251E+00 | .1819E-11 | -.2338E-01 | -.3470E-04 |
| -.83234724E+00 | .68076224E+00 | -.33039519E+00 | .5183E-01 | -.2222E-01 | -.3296E-04 |
| -.78973940E+00 | .68076224E+00 | -.31300786E+00 | .1033E+00 | -.2105E-01 | -.3123E-04 |
| -.74713159E+00 | .68076224E+00 | -.29562054E+00 | .1549E+00 | -.1988E-01 | -.2949E-04 |
| -.70452371E+00 | .68076224E+00 | -.27823322E+00 | .2065E+00 | -.1871E-01 | -.2776E-04 |
| -.66191596E+00 | .68076224E+00 | -.26084590E+00 | .2581E+00 | -.1754E-01 | -.2602E-04 |
| -.61930807E+00 | .68076224E+00 | -.24345857E+00 | .3098E+00 | -.1637E-01 | -.2429E-04 |
| -.57670017E+00 | .68076224E+00 | -.22607125E+00 | .3614E+00 | -.1520E-01 | -.2255E-04 |
| -.53409233E+00 | .68076224E+00 | -.20868393E+00 | .4130E+00 | -.1403E-01 | -.2082E-04 |
| -.49148442E+00 | .68076224E+00 | -.19129661E+00 | .4646E+00 | -.1286E-01 | -.1909E-04 |
| -.44887653E+00 | .68076224E+00 | -.17390929E+00 | .5163E+00 | -.1169E-01 | -.1735E-04 |
| -.40626874E+00 | .68076224E+00 | -.15652196E+00 | .5679E+00 | -.1052E-01 | -.1562E-04 |
| -.36366094E+00 | .68076224E+00 | -.13913464E+00 | .6195E+00 | -.9355E-02 | -.1388E-04 |
| -.32105310E+00 | .68076224E+00 | -.12174732E+00 | .6711E+00 | -.8186E-02 | -.1215E-04 |
| -.27844525E+00 | .68076224E+00 | -.10435999E+00 | .7228E+00 | -.7017E-02 | -.1041E-04 |
| -.23583741E+00 | .68076224E+00 | -.86972671E-01 | .7744E+00 | -.5848E-02 | -.8677E-05 |
| -.19322956E+00 | .68076224E+00 | -.69585347E-01 | .8260E+00 | -.4679E-02 | -.6942E-05 |
| -.15062172E+00 | .68076224E+00 | -.52198027E-01 | .8776E+00 | -.3510E-02 | -.5208E-05 |
| -.10801357E+00 | .68076224E+00 | -.34810704E-01 | .9293E+00 | -.2341E-02 | -.3473E-05 |
| -.06540582E-01 | .68076224E+00 | -.17423382E-01 | .9809E+00 | -.1172E-02 | -.1738E-05 |
| -.22745133E-01 | .68076224E+00 | -.30059183E-04 | .1033E+01 | -.2425E-05 | -.3000E-06 |
| -.19637666E-01 | .68076224E+00 | .17351283E-03 | .1084E+01 | .1167E-02 | .1731E-05 |
| -.02417511E-01 | .68076224E+00 | .34738589E-01 | .1136E+01 | .2336E-02 | .3466E-05 |
| .16022334E+00 | .68076224E+00 | .52125908E-01 | .1187E+01 | .3505E-02 | .5200E-05 |
| .14753320E+00 | .68076224E+00 | .69513231E-01 | .1239E+01 | .4674E-02 | .6935E-05 |
| .13482410E+00 | .68076224E+00 | .86900553E-01 | .1291E+01 | .5843E-02 | .8670E-05 |
| .23248809E+00 | .68076224E+00 | .10425788E+00 | .1342E+01 | .7012E-02 | .1040E-04 |
| .27545674E+00 | .68076224E+00 | .12167520E+00 | .1394E+01 | .8181E-02 | .1214E-04 |
| .31884572E+00 | .68076224E+00 | .13908252E+00 | .1446E+01 | .9350E-02 | .1387E-04 |
| .36077243E+00 | .68076224E+00 | .15649444E+00 | .1497E+01 | .1052E-01 | .1561E-04 |
| .40320027E+00 | .68076224E+00 | .17383717E+00 | .1549E+01 | .1169E-01 | .1734E-04 |
| .44590312E+00 | .68076224E+00 | .19122649E+00 | .1600E+01 | .1286E-01 | .1908E-04 |
| .48854577E+00 | .68076224E+00 | .20861181E+00 | .1652E+01 | .1403E-01 | .2081E-04 |
| .53110381E+00 | .68076224E+00 | .22599913E+00 | .1704E+01 | .1520E-01 | .2255E-04 |
| .57371164E+00 | .68076224E+00 | .24338646E+00 | .1755E+01 | .1637E-01 | .2428E-04 |
| .61631939E+00 | .68076224E+00 | .26077378E+00 | .1807E+01 | .1754E-01 | .2602E-04 |
| .65892735E+00 | .68076224E+00 | .27816110E+00 | .1859E+01 | .1871E-01 | .2775E-04 |
| .70153514E+00 | .68076224E+00 | .29554842E+00 | .1910E+01 | .1988E-01 | .2949E-04 |
| .74414308E+00 | .68076224E+00 | .31293575E+00 | .1962E+01 | .2105E-01 | .3122E-04 |
| .78675092E+00 | .68076224E+00 | .33032307E+00 | .2013E+01 | .2221E-01 | .3296E-04 |
| .82935873E+00 | .68076224E+00 | .34771039E+00 | .2065E+01 | .2338E-01 | .3470E-04 |
| .87196657E+00 | .68076224E+00 | .36509771E+00 | .2117E+01 | .2455E-01 | .3643E-04 |
| .91457442E+00 | .68076224E+00 | .38248503E+00 | .2168E+01 | .2572E-01 | .3817E-04 |
| .95718227E+00 | .68076224E+00 | .39987236E+00 | .2220E+01 | .2689E-01 | .3990E-04 |
| .99979011E+00 | .68076224E+00 | .41725968E+00 | .2272E+01 | .2806E-01 | .4164E-04 |
| .10422930E+01 | .68076224E+00 | .43464700E+00 | .2323E+01 | .2923E-01 | .4336E-04 |
| .10867849E+01 | .68076224E+00 | .45203432E+00 | .2375E+01 | .3040E-01 | .4511E-04 |
| .11312768E+01 | .68076224E+00 | .46942165E+00 | .2426E+01 | .3157E-01 | .4664E-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 | .407042E+00 | .339491E+00 | 83.40 |
| .464532E+00 | .367921E+00 | .306532E+00 | 83.31 |
| .516259E+00 | .330151E+00 | .274772E+00 | 83.23 |
| .567899E+00 | .293622E+00 | .244116E+00 | 83.14 |
| .619509E+00 | .258212E+00 | .214461E+00 | 83.06 |
| .671135E+00 | .223799E+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 |
| 1.03252E+01 | .545669E-17 | .529689E-04 | 82.19 |
| 1.08414E+01 | .110059E-01 | .254826E-01 | 82.19 |
| 1.13577E+01 | .621306E-01 | .510724E-01 | 82.20 |
| 1.18739E+01 | .934942E-01 | .768144E-01 | 82.16 |
| 1.23902E+01 | .125218E+00 | .107007E+00 | 82.10 |
| 1.29064E+01 | .157425E+00 | .129149E+00 | 82.04 |
| 1.34227E+01 | .190240E+00 | .155940E+00 | 81.97 |
| 1.39390E+01 | .223790E+00 | .183267E+00 | 81.90 |
| 1.44552E+01 | .258205E+00 | .211277E+00 | 81.83 |
| 1.49715E+01 | .293613E+00 | .240025E+00 | 81.75 |
| 1.54877E+01 | .330140E+00 | .269630E+00 | 81.67 |
| 1.60040E+01 | .367908E+00 | .300164E+00 | 81.59 |
| 1.65203E+01 | .407026E+00 | .331779E+00 | 81.51 |
| 1.70365E+01 | .447593E+00 | .364495E+00 | 81.43 |
| 1.75528E+01 | .489682E+00 | .398395E+00 | 81.36 |
| 1.80690E+01 | .533343E+00 | .433527E+00 | 81.28 |
| 1.85853E+01 | .578659E+00 | .469913E+00 | 81.22 |
| 1.91015E+01 | .625400E+00 | .507549E+00 | 81.16 |
| 1.96178E+01 | .673718E+00 | .546405E+00 | 81.10 |
| 2.01341E+01 | .723448E+00 | .586422E+00 | 81.06 |
| 2.06503E+01 | .774469E+00 | .627519E+00 | 81.03 |
| 2.11666E+01 | .826635E+00 | .669592E+00 | 81.00 |
| 2.16828E+01 | .879790E+00 | .712829E+00 | 80.99 |
| 2.21991E+01 | .933775E+00 | .758210E+00 | 80.98 |
| 2.27153E+01 | .988543E+00 | .805015E+00 | 80.99 |
| 2.32315E+01 | 1.04353E+01 | .853330E+00 | 81.00 |
| 2.37477E+01 | 1.099924E+01 | .893550E+00 | 81.02 |
| 2.42640E+01 | 1.15514E+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 SINTICAS)

[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 | .24372095E+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 | .21376820E+00 | -.15065928E-01 | -.1132E+00 | -.8737E-02 | -.9479E-05 |
| -.38815713E+00 | .20749777E+00 | -.14016202E-01 | -.7549E+00 | -.8060E-02 | -.8744E-05 |
| -.35704398E+00 | .20169140E+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 | .18334597E+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 | .17113054E+00 | -.35189447E-02 | -.3019E+00 | -.1286E-02 | -.1395E-05 |
| -.45912453E-01 | .17030929E+00 | -.24692190E-02 | -.3397E+00 | -.6081E-03 | -.6597E-06 |
| -.14797300E-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 |
| -.17187561E+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 | .129006E+00 | .107991E+00 | 85.22 |
| -.603893E+00 | .128784E+00 | .110042E+00 | 85.45 |
| -.566150E+00 | .129143E+00 | .109815E+00 | 85.68 |
| -.528406E+00 | .127172E+00 | .109285E+00 | 85.93 |
| -.490663E+00 | .125791E+00 | .109433E+00 | 86.20 |
| -.452920E+00 | .124003E+00 | .107202E+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 | .998159E-01 | .890110E-01 | 89.18 |
| -.150973E+00 | .947953E-01 | .850624E-01 | 89.73 |
| -.113230E+00 | .894357E-01 | .809194E-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 | 288.90 |
| .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)(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 | 87855288E-01 | 1132E+00 | 4673E-02 | 5069E-05 |
| 20127825E+00 | 67924522E+00 | 75118300E-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 |
| 10965331E+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 | -.134996E+00 | 83.74+- |
| .679380E+00 | -.185189E+00 | -.154719E+00 | 83.55+- |
| .717123E+00 | -.209548E+00 | -.174739E+00 | 83.39+- |
| .754868E+00 | -.234339E+00 | -.195095E+00 | 83.25+- |
| .792610E+00 | -.259614E+00 | -.215827E+00 | 83.13+- |
| .830353E+00 | -.285422E+00 | -.236475E+00 | 83.03+- |
| .868096E+00 | -.311814E+00 | -.254574E+00 | 82.93+- |
| .905840E+00 | -.338837E+00 | -.270673E+00 | 82.83+- |
| .943583E+00 | -.366538E+00 | -.283298E+00 | 82.75+- |
| .981326E+00 | -.394960E+00 | -.292497E+00 | 82.66+- |
| 1.019069E+01 | -.424142E+00 | -.300770E+00 | 82.58+- |
| 1.056811E+01 | -.454117E+00 | -.3074675E+00 | 82.51+- |
| 1.094554E+01 | -.484912E+00 | -.3129722E+00 | 82.43+- |
| 1.132307E+01 | -.516546E+00 | -.317429E+00 | 82.36+- |
| 1.170050E+01 | -.549924E+00 | -.320803E+00 | 82.29+- |
| 1.207793E+01 | -.582358E+00 | -.323487E+00 | 82.23+- |
| 1.245536E+01 | -.616523E+00 | -.325559E+00 | 82.16+- |
| 1.283279E+01 | -.651501E+00 | -.326912E+00 | 82.10+- |
| 1.321022E+01 | -.687261E+00 | -.327495E+00 | 82.05+- |
| 1.358765E+01 | -.723761E+00 | -.327107E+00 | 82.00+- |
| 1.396508E+01 | -.760950E+00 | -.325824E+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 SONICAS)

[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

| (R) | (C) | (D) | (E) | (E)(Z) | (E)(Z) |
|----------------|---------------|----------------|------------|------------|------------|
| -.10567706E+04 | .27919128E+06 | -.52433804E+02 | -.1056E+04 | -.4605E-17 | -.1029E-02 |
| -.10190207E+04 | .25960510E+06 | -.50561201E+02 | -.1019E+04 | -.4440E-17 | -.9921E-03 |
| -.98120071E+03 | .24073115E+06 | -.48680556E+02 | -.9809E+03 | -.4276E-17 | -.9553E-03 |
| -.94354477E+03 | .22256943E+06 | -.46815912E+02 | -.9432E+03 | -.4112E-17 | -.9186E-03 |
| -.90559282E+03 | .20511994E+06 | -.44943268E+02 | -.9054E+03 | -.3947E-17 | -.8818E-03 |
| -.86800085E+03 | .18838267E+06 | -.43070624E+02 | -.8677E+03 | -.3783E-17 | -.8451E-03 |
| -.83031693E+03 | .17235763E+06 | -.41197980E+02 | -.8299E+03 | -.3618E-17 | -.8084E-03 |
| -.79257694E+03 | .15704482E+06 | -.39325336E+02 | -.7922E+03 | -.3454E-17 | -.7716E-03 |
| -.75453504E+03 | .14244423E+06 | -.37452692E+02 | -.7545E+03 | -.3289E-17 | -.7349E-03 |
| -.71709101E+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 | -.16853606E+02 | -.3393E+03 | -.1480E-17 | -.3307E-03 |
| -.30193170E+03 | .22790938E+05 | -.14980462E+02 | -.3016E+03 | -.1316E-17 | -.2939E-03 |
| -.26418976E+03 | .17449307E+05 | -.13108316E+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 |
| -.37733059E+02 | .35629403E+03 | -.18724529E+01 | -.3736E+02 | -.1644E-18 | -.3674E-04 |
| -.30562311E+02 | .25000372E+03 | -.19126144E+01 | -.3774E+02 | -.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 |
| -.15097164E+03 | .56983587E+04 | -.74907678E+01 | -.1513E+03 | -.6579E-18 | -.1470E-03 |
| -.18871355E+03 | .89034539E+04 | -.93634120E+01 | -.1891E+03 | -.8223E-18 | -.1837E-03 |
| -.22645553E+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 |
| -.45289719E+03 | .51291432E+05 | -.22471921E+02 | -.4533E+03 | -.1974E-17 | -.4409E-03 |
| -.49064914E+03 | .60184395E+05 | -.24344565E+02 | -.4910E+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 | -.33707766E+02 | -.6797E+03 | -.2960E-17 | -.6614E-03 |
| -.71710081E+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 | -.8814E-03 |
| -.94355247E+03 | .22257307E+06 | -.46816295E+02 | -.9433E+03 | -.4112E-17 | -.9186E-03 |
| -.98129442E+03 | .24073294E+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

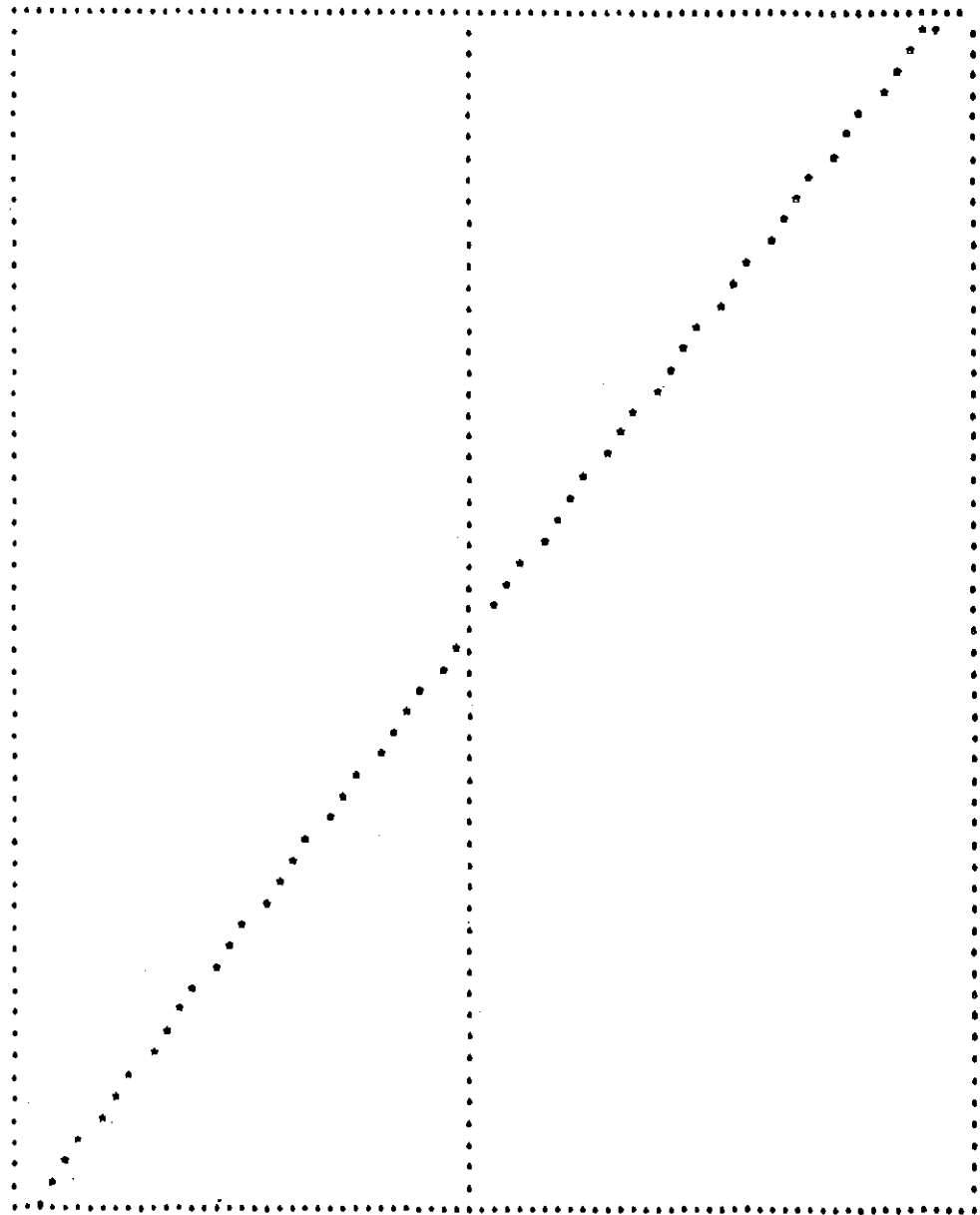
| (EC) | (YI(S)) | (YI(C)) | (PER) |
|--------------|------------|------------|-------|
| -1105940E+04 | 189223E-03 | 187003E-03 | 99,25 |
| -101056E+04 | 196232E-03 | 194759E-03 | 99,25 |
| -980713E+03 | 203780E-03 | 202250E-03 | 99,25 |
| -943171E+03 | 211931E-03 | 210340E-03 | 99,25 |
| -905424E+03 | 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 | 350571E-03 | 99,25 |
| -528010E+03 | 376452E-03 | 375612E-03 | 99,25 |
| -490269E+03 | 407564E-03 | 404506E-03 | 99,25 |
| -452526E+03 | 441527E-03 | 438215E-03 | 99,25 |
| -414784E+03 | 481666E-03 | 478054E-03 | 99,25 |
| -377042E+03 | 529833E-03 | 525059E-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 | 105171E-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 | 525033E-02 | 99,24 |
| 759013E+02 | 264909E-02 | 262932E-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 | 478045E-03 | 99,25 |
| 453281E+03 | 441527E-03 | 438208E-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 | -6.63729984E+03 | -1.1056E+04 | -4.4605E-17 | -1.1029E-02 |
| -1.10190267E+04 | .10000000E+01 | -7.61453905E+03 | -1.1019E+04 | -4.4440E-17 | -9.9921E-03 |
| -1.96126671E+03 | .10000000E+01 | -5.91778261E+03 | -1.9809E+03 | -4.276E-17 | -9.9553E-03 |
| -1.94354477E+03 | .10000000E+01 | -5.56901747E+03 | -1.9432E+03 | -4.112E-17 | -9.9166E-03 |
| -1.90580292E+03 | .10000000E+01 | -5.4625668E+03 | -1.9054E+03 | -3.947E-17 | -8.8818E-03 |
| -1.90806088E+03 | .10000000E+01 | -5.2349588E+03 | -1.8677E+03 | -3.763E-17 | -8.8451E-03 |
| -1.8321893E+03 | .10000000E+01 | -5.0073500E+03 | -1.8299E+03 | -3.618E-17 | -8.8084E-03 |
| -1.79257699E+03 | .10000000E+01 | -4.77947430E+03 | -1.7922E+03 | -3.454E-17 | -7.7716E-03 |
| -1.75483504E+03 | .10000000E+01 | -4.5521351E+03 | -1.7545E+03 | -3.289E-17 | -7.7349E-03 |
| -1.71709310E+03 | .10000000E+01 | -4.3245272E+03 | -1.7167E+03 | -3.125E-17 | -6.6961E-03 |
| -1.67935115E+03 | .10000000E+01 | -4.0969163E+03 | -1.6790E+03 | -2.960E-17 | -6.6614E-03 |
| -1.64160921E+03 | .10000000E+01 | -3.8693113E+03 | -1.6412E+03 | -2.796E-17 | -6.6246E-03 |
| -1.60386726E+03 | .10000000E+01 | -3.6417034E+03 | -1.6035E+03 | -2.631E-17 | -5.5879E-03 |
| -1.56612532E+03 | .10000000E+01 | -3.4140955E+03 | -1.5658E+03 | -2.467E-17 | -5.5512E-03 |
| -1.52838337E+03 | .10000000E+01 | -3.1864876E+03 | -1.5280E+03 | -2.302E-17 | -5.5144E-03 |
| -1.49064143E+03 | .10000000E+01 | -2.9588797E+03 | -1.4903E+03 | -2.138E-17 | -4.4777E-03 |
| -1.45289948E+03 | .10000000E+01 | -2.7312717E+03 | -1.4525E+03 | -1.974E-17 | -4.4409E-03 |
| -1.41515754E+03 | .10000000E+01 | -2.5036638E+03 | -1.4148E+03 | -1.809E-17 | -4.4042E-03 |
| -1.37741559E+03 | .10000000E+01 | -2.2760559E+03 | -1.3770E+03 | -1.645E-17 | -3.3674E-03 |
| -1.33967365E+03 | .10000000E+01 | -2.0484480E+03 | -1.3393E+03 | -1.480E-17 | -3.3307E-03 |
| -1.30193170E+03 | .10000000E+01 | -1.8208401E+03 | -1.3016E+03 | -1.316E-17 | -2.2939E-03 |
| -1.26418976E+03 | .10000000E+01 | -1.5932322E+03 | -1.2638E+03 | -1.151E-17 | -2.2572E-03 |
| -1.22644781E+03 | .10000000E+01 | -1.3656242E+03 | -1.2261E+03 | -9.868E-18 | -2.2205E-03 |
| -1.18870587E+03 | .10000000E+01 | -1.1380163E+03 | -1.1883E+03 | -8.223E-18 | -1.1837E-03 |
| -1.15096392E+03 | .10000000E+01 | -9.1404084E+02 | -1.1506E+03 | -6.578E-18 | -1.1470E-03 |
| -1.11322198E+03 | .10000000E+01 | -6.8280049E+02 | -1.1128E+03 | -4.934E-18 | -1.1102E-03 |
| -1.07548003E+02 | .10000000E+01 | -4.5519257E+02 | -1.0751E+02 | -3.289E-18 | -7.7343E-04 |
| -1.03773809E+02 | .10000000E+01 | -2.2758466E+02 | -1.0373E+02 | -1.644E-18 | -3.3674E-04 |
| -1.00000000E+02 | .10000000E+01 | -2.2761346E+02 | -1.0000E+02 | -1.644E-18 | -3.3674E-04 |
| -1.00000000E+02 | .10000000E+01 | -2.2763116E+02 | -1.0000E+02 | -1.645E-18 | -3.3675E-04 |
| -1.00000000E+02 | .10000000E+01 | -4.5523910E+02 | -1.0000E+02 | -3.289E-18 | -7.7349E-04 |
| -1.13229694E+03 | .10000000E+01 | -6.8284470E+02 | -1.1328E+03 | -4.934E-18 | -1.1102E-03 |
| -1.15097164E+03 | .10000000E+01 | -9.1405493E+02 | -1.1513E+03 | -6.579E-18 | -1.1470E-03 |
| -1.16971355E+03 | .10000000E+01 | -1.1330823E+03 | -1.1691E+03 | -8.223E-18 | -1.1837E-03 |
| -1.18845533E+03 | .10000000E+01 | -1.3656700E+03 | -1.1888E+03 | -9.868E-18 | -2.2205E-03 |
| -1.20719747E+03 | .10000000E+01 | -1.5932767E+03 | -1.2068E+03 | -1.151E-17 | -2.2572E-03 |
| -1.22603942E+03 | .10000000E+01 | -1.8208850E+03 | -1.2253E+03 | -1.316E-17 | -2.2940E-03 |
| -1.24488136E+03 | .10000000E+01 | -2.0484945E+03 | -1.2441E+03 | -1.480E-17 | -3.307E-03 |
| -1.26372331E+03 | .10000000E+01 | -2.2761024E+03 | -1.2634E+03 | -1.645E-17 | -3.3674E-03 |
| -1.28256525E+03 | .10000000E+01 | -2.5037104E+03 | -1.2818E+03 | -1.809E-17 | -4.4042E-03 |
| -1.30140719E+03 | .10000000E+01 | -2.7313183E+03 | -1.3007E+03 | -1.974E-17 | -4.4409E-03 |
| -1.32024914E+03 | .10000000E+01 | -2.9589262E+03 | -1.3195E+03 | -2.138E-17 | -4.4777E-03 |
| -1.33909108E+03 | .10000000E+01 | -3.1865341E+03 | -1.3384E+03 | -2.302E-17 | -5.5144E-03 |
| -1.35793303E+03 | .10000000E+01 | -3.4141420E+03 | -1.3568E+03 | -2.467E-17 | -5.5512E-03 |
| -1.37677497E+03 | .10000000E+01 | -3.6417499E+03 | -1.3752E+03 | -2.631E-17 | -6.6246E-03 |
| -1.39561692E+03 | .10000000E+01 | -3.8693579E+03 | -1.3936E+03 | -2.796E-17 | -6.6614E-03 |
| -1.41445886E+03 | .10000000E+01 | -4.0969658E+03 | -1.4120E+03 | -2.960E-17 | -6.6961E-03 |
| -1.43330081E+03 | .10000000E+01 | -4.3245737E+03 | -1.4304E+03 | -3.125E-17 | -7.7349E-03 |
| -1.45214275E+03 | .10000000E+01 | -4.5521816E+03 | -1.4488E+03 | -3.289E-17 | -8.8451E-03 |
| -1.47098470E+03 | .10000000E+01 | -4.7797895E+03 | -1.4672E+03 | -3.454E-17 | -9.9216E-03 |
| -1.48982664E+03 | .10000000E+01 | -5.0073974E+03 | -1.4856E+03 | -3.618E-17 | -1.1029E-02 |
| -1.50866859E+03 | .10000000E+01 | -5.2350054E+03 | -1.5040E+03 | -3.783E-17 | -1.1470E-03 |
| -1.52751053E+03 | .10000000E+01 | -5.4626133E+03 | -1.5224E+03 | -3.947E-17 | -1.1837E-03 |
| -1.54635248E+03 | .10000000E+01 | -5.6902212E+03 | -1.5408E+03 | -4.112E-17 | -1.2205E-03 |
| -1.56519442E+03 | .10000000E+01 | -5.9178291E+03 | -1.5592E+03 | -4.276E-17 | -1.2572E-03 |
| -1.58403636E+04 | .10000000E+01 | -6.1454370E+03 | -1.5776E+04 | -4.440E-17 | -1.2940E-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 | .150966E+03 | .150961E+03 | 100.00 |
| -1.112848E+03 | .113224E+03 | .113219E+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 |
| .605999E+03 | -.603870E+03 | -.603874E+03 | 100.00 |
| .644041E+03 | -.641612E+03 | -.641616E+03 | 100.00 |
| .682083E+03 | -.679354E+03 | -.679358E+03 | 100.00 |
| .720125E+03 | -.717096E+03 | -.717100E+03 | 100.00 |
| .758167E+03 | -.754838E+03 | -.754842E+03 | 100.00 |
| .796209E+03 | -.792580E+03 | -.792584E+03 | 100.00 |
| .834251E+03 | -.830322E+03 | -.830326E+03 | 100.00 |
| .872293E+03 | -.868064E+03 | -.868068E+03 | 100.00 |
| .910335E+03 | -.905806E+03 | -.905810E+03 | 100.00 |
| .948377E+03 | -.943548E+03 | -.943552E+03 | 100.00 |
| .986419E+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)(ZV) | (EV(E)) |
|----------------|---------------|----------------|------------|------------|------------|
| -.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 | .57468057E+02 | -.75063286E+00 | -.1510E+02 | -.6592E-19 | -.1473E-04 |
| -.14440864E+02 | .52384635E+02 | -.71651314E+00 | -.1444E+02 | -.6293E-19 | -.1406E-04 |
| -.13753204E+02 | .47537651E+02 | -.68239352E+00 | -.1375E+02 | -.5993E-19 | -.1339E-04 |
| -.13065543E+02 | .42927190E+02 | -.64827355E+00 | -.1307E+02 | -.5693E-19 | -.1272E-04 |
| -.12377883E+02 | .38552998E+02 | -.61415418E+00 | -.1238E+02 | -.5394E-19 | -.1205E-04 |
| -.11690223E+02 | .34415324E+02 | -.58003451E+00 | -.1169E+02 | -.5094E-19 | -.1138E-04 |
| -.11002563E+02 | .30514098E+02 | -.54591484E+00 | -.1100E+02 | -.4794E-19 | -.1071E-04 |
| -.10314903E+02 | .26849305E+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 | -.8252E+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 | .78160255E+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 | -.13647874E+00 | -.2751E+01 | -.1199E-19 | -.2678E-05 |
| -.22052981E+01 | .18139728E+01 | -.10235912E+00 | -.2083E+01 | -.8990E-20 | -.2008E-05 |
| -.15355321E+01 | .12287694E+00 | -.68239453E-01 | -.1375E+01 | -.5993E-20 | -.1339E-05 |
| -.8878881E+00 | .86821938E+00 | -.34119788E-01 | -.6877E+00 | -.2997E-20 | -.6695E-06 |
| -.7745383E-06 | .75000000E+00 | -.11181975E-06 | .6877E-06 | .8672E-27 | .1938E-12 |
| .06765436E+00 | .36821585E+00 | .34119559E-01 | .6877E+00 | .2997E-20 | .6695E-06 |
| .13759183E+01 | .72257593E+00 | .6823927E-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 |
| .34384949E+01 | .32054765E+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 | .78160212E+01 | .27295725E+00 | .5501E+01 | .2397E-19 | .5356E-05 |
| .6189404E+01 | .98257454E+01 | .30707692E+00 | .6189E+01 | .2697E-19 | .6025E-05 |
| .68768806E+01 | .12071904E+02 | .34119659E+00 | .6877E+01 | .2997E-19 | .6695E-05 |
| .75642807E+01 | .14554518E+02 | .37531628E+00 | .7564E+01 | .3296E-19 | .7364E-05 |
| .82519208E+01 | .17273544E+02 | .40943593E+00 | .8252E+01 | .3596E-19 | .8034E-05 |
| .89330818E+01 | .20229027E+02 | .44355580E+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 |
| .12377881E+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 | .71651297E+00 | .1444E+02 | .6293E-19 | .1406E-04 |
| .15128522E+02 | .57468848E+02 | .75063284E+00 | .1513E+02 | .6592E-19 | .1473E-04 |
| .15816182E+02 | .62787908E+02 | .78475231E+00 | .1582E+02 | .6892E-19 | .1540E-04 |
| .16502842E+02 | .68344204E+02 | .81887194E+00 | .1650E+02 | .7192E-19 | .1607E-04 |
| .17191502E+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 |
| -.893755E+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 |
| -.550123E+01 | .360982E-01 | .358200E-01 | 99.23 |
| -.481367E+01 | .411620E-01 | .408423E-01 | 99.22 |
| -.412606E+01 | .477494E-01 | .474734E-01 | 99.21 |
| -.343839E+01 | .570577E-01 | .566006E-01 | 99.20 |
| -.275064E+01 | .704187E-01 | .698354E-01 | 99.17 |
| -.206293E+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 |
| -.206293E+01 | .908879E-01 | .901855E-01 | 99.12 |
| -.275064E+01 | .704187E-01 | .698354E-01 | 99.17 |
| -.343839E+01 | .570577E-01 | .566006E-01 | 99.20 |
| -.412606E+01 | .477494E-01 | .474734E-01 | 99.21 |
| -.481367E+01 | .411620E-01 | .408423E-01 | 99.22 |
| -.550123E+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 |
| -.893755E+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 |
| -.15181344E+02 | .10000000E+01 | -.95381636E+01 | -.1582E+02 | -.6892E-19 | -.1540E-04 |
| -.15120924E+02 | .10000000E+01 | -.91234606E+01 | -.1513E+02 | -.6592E-19 | -.1473E-04 |
| -.14440364E+02 | .10000000E+01 | -.87087581E+01 | -.1444E+02 | -.6293E-19 | -.1406E-04 |
| -.13753293E+02 | .10000000E+01 | -.82940553E+01 | -.1375E+02 | -.5993E-19 | -.1339E-04 |
| -.13055293E+02 | .10000000E+01 | -.78793525E+01 | -.1307E+02 | -.5693E-19 | -.1272E-04 |
| -.12377883E+02 | .10000000E+01 | -.74646497E+01 | -.1238E+02 | -.5394E-19 | -.1205E-04 |
| -.11690723E+02 | .10000000E+01 | -.70499470E+01 | -.1169E+02 | -.5094E-19 | -.1138E-04 |
| -.11002563E+02 | .10000000E+01 | -.66352442E+01 | -.1100E+02 | -.4794E-19 | -.1071E-04 |
| -.10314903E+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 |
| -.8251724E+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 |
| -.5501281E+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 |
| -.34383014E+01 | .10000000E+01 | -.20735137E+01 | -.3438E+01 | -.1498E-19 | -.3347E-05 |
| -.27509413E+01 | .10000000E+01 | -.16588109E+01 | -.2751E+01 | -.1199E-19 | -.2678E-05 |
| -.20627812E+01 | .10000000E+01 | -.12441082E+01 | -.2063E+01 | -.8990E-20 | -.2008E-05 |
| -.13753210E+01 | .10000000E+01 | -.82940542E+00 | -.1375E+01 | -.5993E-20 | -.1339E-05 |
| -.06876609E+01 | .10000000E+01 | -.41470265E+00 | -.06877E+00 | -.2997E-20 | -.6695E-06 |
| -.00000000E+00 | .10000000E+01 | .12001991E-06 | .6877E-06 | .8672E-27 | .1938E-12 |
| .00765936E+00 | .10000000E+01 | .41470289E+00 | .6877E+00 | .2997E-20 | .6695E-06 |
| .13753175E+01 | .10000000E+01 | .82940366E+00 | .1375E+01 | .5993E-20 | .1339E-05 |
| .20627776E+01 | .10000000E+01 | .12441084E+01 | .2063E+01 | .8990E-20 | .2008E-05 |
| .27509375E+01 | .10000000E+01 | .16588112E+01 | .2751E+01 | .1199E-19 | .2678E-05 |
| .34382999E+01 | .10000000E+01 | .20735140E+01 | .3438E+01 | .1498E-19 | .3347E-05 |
| .41259098E+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 |
| .61894394E+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 |
| .89393816E+01 | .10000000E+01 | .53911361E+01 | .8940E+01 | .3895E-19 | .8703E-05 |
| .96272411E+01 | .10000000E+01 | .58058388E+01 | .9627E+01 | .4195E-19 | .9373E-05 |
| .10314911E+02 | .10000000E+01 | .62205417E+01 | .1031E+02 | .4495E-19 | .1004E-04 |
| .11002591E+02 | .10000000E+01 | .66352444E+01 | .1100E+02 | .4794E-19 | .1071E-04 |
| .11690731E+02 | .10000000E+01 | .70499472E+01 | .1169E+02 | .5094E-19 | .1138E-04 |
| .12377892E+02 | .10000000E+01 | .74646500E+01 | .1238E+02 | .5394E-19 | .1205E-04 |
| .13055392E+02 | .10000000E+01 | .78793528E+01 | .1307E+02 | .5693E-19 | .1272E-04 |
| .13753292E+02 | .10000000E+01 | .82940555E+01 | .1375E+02 | .5993E-19 | .1339E-04 |
| .14440392E+02 | .10000000E+01 | .87087583E+01 | .1444E+02 | .6293E-19 | .1406E-04 |
| .15120992E+02 | .10000000E+01 | .91234611E+01 | .1513E+02 | .6592E-19 | .1473E-04 |
| .15811692E+02 | .10000000E+01 | .95381638E+01 | .1582E+02 | .6892E-19 | .1540E-04 |
| .16502392E+02 | .10000000E+01 | .99520665E+01 | .1650E+02 | .7192E-19 | .1607E-04 |
| .17193092E+02 | .10000000E+01 | .10367569E+02 | .1719E+02 | .7491E-19 | .1674E-04 |
| .17883792E+02 | .10000000E+01 | .10752272E+02 | .1788E+02 | .7791E-19 | .1741E-04 |
| .18574492E+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 |
| .158761E+02 | .157909E+02 | .157911E+02 | 100.00 |
| .152184E+02 | .151021E+02 | .151023E+02 | 100.00 |
| .145607E+02 | .144132E+02 | .144134E+02 | 100.00 |
| .139030E+02 | .137242E+02 | .137244E+02 | 100.00 |
| .132453E+02 | .130350E+02 | .130352E+02 | 100.00 |
| .125876E+02 | .123456E+02 | .123459E+02 | 100.00 |
| .119299E+02 | .116561E+02 | .116563E+02 | 100.00 |
| .112722E+02 | .109663E+02 | .109665E+02 | 100.00 |
| .106145E+02 | .102762E+02 | .102765E+02 | 100.00 |
| .995672E+01 | .955579E+01 | .955611E+01 | 100.00 |
| .934905E+01 | .889496E+01 | .889530E+01 | 100.00 |
| .874138E+01 | .829360E+01 | .829397E+01 | 100.00 |
| .813371E+01 | .775156E+01 | .775193E+01 | 100.01 |
| .752604E+01 | .691970E+01 | .681914E+01 | 100.01 |
| .691837E+01 | .612447E+01 | .612510E+01 | 100.01 |
| .631070E+01 | .542909E+01 | .542964E+01 | 100.01 |
| .570303E+01 | .4733130E+01 | .473374E+01 | 100.01 |
| .509536E+01 | .403326E+01 | .403310E+01 | 100.02 |
| .448769E+01 | .332419E+01 | .332510E+01 | 100.03 |
| .388002E+01 | .260990E+01 | .261097E+01 | 100.04 |
| .327235E+01 | .189121E+01 | .189231E+01 | 100.04 |
| .266468E+01 | .113492E+01 | .113724E+01 | 100.21 |
| .205701E+00 | .660803E+00 | .462354E+00 | 100.45 |
| .144934E+00 | .175633E+00 | .175620E+00 | 100.45 |
| .084167E+00 | .460306E+00 | .462864E+00 | 100.45 |
| .023400E+00 | .113492E+01 | .113724E+01 | 100.21 |
| .062633E+00 | .155120E+01 | .155281E+01 | 100.04 |
| .001866E+00 | .260980E+01 | .261097E+01 | 100.04 |
| .041100E+00 | .332418E+01 | .332510E+01 | 100.03 |
| .080333E+00 | .403326E+01 | .403310E+01 | 100.02 |
| .019566E+00 | .4733130E+01 | .4733194E+01 | 100.01 |
| .058800E+00 | .542908E+01 | .542968E+01 | 100.01 |
| .098033E+00 | .612467E+01 | .612510E+01 | 100.01 |
| .037266E+00 | .681969E+01 | .681914E+01 | 100.01 |
| .076500E+00 | .751158E+01 | .751196E+01 | 100.01 |
| .015733E+00 | .820360E+01 | .820397E+01 | 100.00 |
| .054966E+00 | .889496E+01 | .889530E+01 | 100.00 |
| .094200E+00 | .955579E+01 | .955610E+01 | 100.00 |
| .033433E+00 | .102762E+02 | .102765E+02 | 100.00 |
| .072666E+00 | .109663E+02 | .109665E+02 | 100.00 |
| .011900E+00 | .116561E+02 | .116563E+02 | 100.00 |
| .051133E+00 | .123456E+02 | .123459E+02 | 100.00 |
| .090366E+00 | .130350E+02 | .130352E+02 | 100.00 |
| .029600E+00 | .137242E+02 | .137244E+02 | 100.00 |
| .068833E+00 | .144132E+02 | .144134E+02 | 100.00 |
| .018066E+00 | .151021E+02 | .151023E+02 | 100.00 |
| .057300E+00 | .157909E+02 | .157911E+02 | 100.00 |
| .096533E+00 | .164794E+02 | .164796E+02 | 100.00 |
| .035766E+00 | .171683E+02 | .171684E+02 | 100.00 |
| .075000E+00 | .178568E+02 | .178570E+02 | 100.00 |
| .014233E+00 | .185453E+02 | .185455E+02 | 100.00 |

- C.70 -