



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Curso de Termodinâmica-GFI 00175

2º semestre de 2016

Prof. Jürgen Stilck

Solução do exercício 2-8

a)

A relação entre a pressão e o volume é linear, dada por $p = p_A - \alpha \Delta V$, onde $\Delta V = V - V_A$ e α é positivo. Vamos calcular o trabalho realizado numa expansão segundo esse processo linear de V_A para $V > V_A$.

$$W = \int_{V_A}^V p dV = \int_{V_A}^V [p_A - \alpha(V - V_A)] dV = \\ \Delta V(p_A - \alpha/2 \Delta V).$$

Por outro lado, lembrando que para um gás ideal $pV = NRT$ e $U = NcT$, vamos calcular a variação de energia interna nesse processo:

$$\Delta U = U(V) - U(V_A) = Nc \left[\frac{pV}{NR} - \frac{p_A V_A}{NR} \right] = \\ \frac{c}{R} [(p_A - \alpha V_A) \Delta V - \alpha (\Delta V)^2].$$

Isso nos permite calcular o calor recebido pelo sistema no processo:

$$Q = \Delta U + W = a \Delta V - b (\Delta V)^2,$$

com:

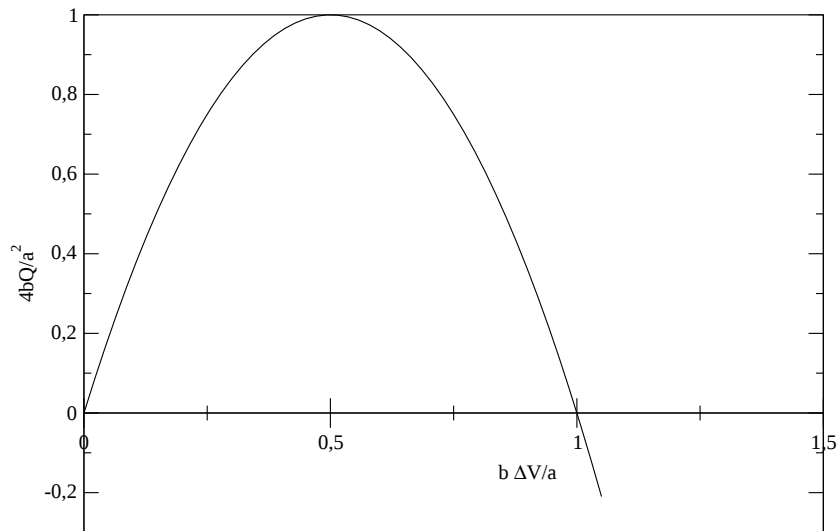
$$a = \frac{c}{R}(p_A - \alpha V_A) + p_A$$

e

$$b = \frac{\alpha}{2} \left(1 + \frac{2c}{R} \right)$$

b)

O gráfico do calor recebido pelo sistema como função de ΔV está esboçado abaixo:



Note que as variáveis nos eixos são adimensionais. Para $0 < \Delta V < a/2b$ o gás recebe calor. A partir de $\Delta V = a/2b$ o gás passa a perder calor.

c)

A variação de entropia no processo será dada por:

$$\Delta S = S - S_A = Nc \left[\gamma \ln \frac{V}{V_A} + \ln \frac{p}{p_A} \right] =$$

$$Nc \left(\gamma \ln \left(1 + \frac{\Delta V}{V_A} \right) + \ln \left(1 - \frac{\alpha}{p_A} \Delta V \right) \right),$$

onde $\gamma = 1 + R/c$. O gráfico da entropia é semelhante ao do calor recebido, apresentando um máximo em $\Delta V = a/2b$, se anulando no valor de ΔV que pode ser obtido resolvendo a equação:

$$(1 + x)^\gamma = cx - 1,$$

onde $c = \alpha V_A/p_A$ e $x = \Delta V/V_A$.