INSA de Rouen

Département Energétique et propulsion

Enseignement Thermodynamique et Machines Thermiques (A. Coppalle)

ETUDE L'ENTHALPIE D'UN GAZ REEL

On considère une mole d'un gaz réel

Soit C_p et $k=-T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ les coefficient calorimétriques du gaz réel.

1°) (question de cours) soit une transformation infinitésimale faisant varier la température T de dT et la pression P de dP.

Donner, pour cette transformation, la variation dH de l'enthalpie en fonction de dT et dP. En déduire la valeur pour un gaz parfait

2°) *Montrer que l'enthalpie du gaz réel est donnée par*

$$H(T,P) = Hgp(T) + \int_0^P (V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p)dP$$

3°) Le gaz vérifie l'équation d'état suivante

L'équation d'état du gaz est (pour une mole)

$$PV= A + B\ P.$$

Les paramètres A et B sont indépendants de la pression P et du volume V.

3°)-a. Pour des pressions faibles, le gaz a un comportement de gaz parfait. *Donner alors la valeur du paramètre A.*

3°)-b. En supposant que B=Bo soit indépendant de la température,

calculer l'enthalpie du gaz réel en fonction de l'enthalpie du gaz parfait

(pris dans les mêmes conditions de T et P).

Le gaz subit une détente qui le fait passer de 1000K à 500K, et de $10.\ 10^5$ à $1.\ 10^5$ Pa. On donne $Bo= 3\ 10^{-5}$ (SI), Cp=7/2 R ; R=8,32 (SI)

Calculer numériquement $\Delta H_{réel}$ au cours de la détente .

Donner l'écart relatif entre $\Delta H_{réel}$ et ΔH_{GP},

$(\Delta H_{réel} - \Delta H_{GP})/ \Delta H_{GP}$

ΔH_{GP} correspondant au cas où le gaz est supposé parfait.

conclusion ?

3°)-c En réalité le paramètre B est fonction de la température

$$B(T)=Bo\left[1-\left(\frac{To}{T}\right)^{\alpha}\right] \text{ avec } Bo= 3\ 10^{-5} \text{ (SI) , } \alpha=1.4 \text{ et } To=293K$$

Reprendre les calculs précédents et montrer que

$$h(T,P)=Hgp(T)+Bo\left[1-(\alpha+1)\left(\frac{To}{T}\right)^{\alpha}\right]P$$

calculer à nouveau numériquement $\Delta H_{réel}$ au cours de la détente et l'écart relatif au cas du gaz parfait $(\Delta H_{réel} - \Delta H_{GP})/ \Delta H_{GP}$.

Le nouveau terme de correction est il négligeable ?

Réponses

1°) dh= c_p dT + (k+v) dP, dh_{gp}= c_p dT ===> k=-v

2°) dh= dh_{gp} + (v-T ∂v/∂T)dP

En intégrant à T=cst de 0 à P, on obtient $h(T,P) = h_{gp}(T) + \int_0^P (v - T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p)dP$

Avec h(T, P=0)= h_{gp}(T)

3°-a) Pv= A + BP, si P---> 0 alors PV---> A et on a un gaz parfait, A=RT

3°-b) Pv= RT + B_0P ===> on obtient v-T ∂v/∂T=B_0 et h(T,P)= h_{gp}(T) + B_0P

$\Delta h_{réel} = c_p(T_2 – T_1) + B_0(P_2- P_1)= \Delta h_{gp} + B_0(P_2- P_1)$ ===>($\Delta h_{réel}$ - Δh_{gp})/ Δh_{gp}=0,2%

3°-c) v-T ∂v/∂T=B_0 [1-(α_T+1)(T_0/T)$^\alpha$], d’où la relation

$\Delta h_{réel} = \Delta h_{gp} + B_0(P_2- P_1)-(\alpha_T+1)(T_2/T_1)^\alpha (P_2- P_1)$ ===>($\Delta h_{réel}$ - Δh_{gp})/ Δh_{gp}=0,1%