

## 基礎物理化学（熱力学）（担当教員：林 重彦）レポート 二回目

出題: 12/25/2019、提出期限: 01/17/2020 17:00

提出先: 共通教育教務掛レポートボックス

注意点: 解答はすべて過程を明確に記述して下さい。答えだけでは不正解にします。また、物理量の数値を求める問題では、単位を計算過程からすべて明確に記して下さい。単位が記されていない場合には不正解にします。

特に指定がなければ、気体はすべて完全気体とせよ。

[問題 1] 250 K、1.00 atm のもとで 15 dm<sup>3</sup> の体積を占めていた二酸化炭素を等温的に圧縮した。そのエントロピーを 10.0 J K<sup>-1</sup> だけ減少させるには、気体の体積をどれだけに圧縮すればよいか。

[問題 2] 圧力一定のもとで、水 100 g を室温(20 °C)から体温(37 °C)まで暖めたとき、そのエントロピー変化はどれだけか。C<sub>p,m</sub> = 75.5 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> を用いよ。

[問題 3] 体温 37 °C で起こるある生体反応のエンタルピー変化は -125 kJ mol<sup>-1</sup>、エントロピー変化は -126 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> であった。(a)ギブスエネルギー変化を計算せよ。(b)この反応は自発的か。(c)系と外界の合計のエントロピー変化を計算せよ。

[問題 4] 変数 x, y, z が関係式  $z = z(x, y)$  で互いに依存しているとする。さらに、変数 x, y が  $w = w(x, y)$  で互いに依存しているとする。以下の関係式を示せ。

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \left(\frac{\partial x}{\partial w}\right)_z / \left(\frac{\partial y}{\partial w}\right)_z$$

ヒント: 関係式

$$dw = \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_y dx + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_x dy$$

を、z を止めて偏微分した関係式を考える。また、x, y, w の間にも x, y, z と同等の偏微分係数の関係式が成り立つことに注意せよ。

[問題 5] 物質質量一定のときの、定積比熱 C<sub>v</sub> と定圧比熱 C<sub>p</sub> の間の関係式を導く。ここで、

$$C_V \equiv T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_V \quad (1)$$

$$C_p \equiv T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_p \quad (2)$$

である。

(a) 次の関係式 (3) 及び (4) を導け。

$$TdS = C_V dT + \frac{T\alpha}{\kappa_T} dV \quad (3)$$

$$TdS = C_p dT - TV\alpha dp \quad (4)$$

ここで、 $\alpha$  及び  $\kappa_T$  は、それぞれ熱膨張係数、及び等温圧縮率であり、

$$\alpha \equiv \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (5)$$

$$\kappa_T \equiv -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T \quad (6)$$

である。これらは容易に実験測定が可能である。

(b) 上式 (3) 及び (4) より、次の関係式 (7) を導け。

$$C_V = C_p - TV\alpha \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \quad (7)$$

(c) 上式 (7) より、次の関係式 (8) を導け。

$$C_V = C_p - \frac{TV\alpha^2}{\kappa_T} \quad (8)$$

(d) 上式 (8) を用いて、完全気体のとき

$$C_V = C_p - nR \quad (9)$$

となることを示せ。

[通信欄] 授業への要望・質問・感想・その他があれば記して下さい。