Entropieänderung und reversibler Ersatzprozess

1. Bestimmen Sie die Entropiefunktion eines idealen Gases im Gültigkeitsbereich der Zustandsgleichung und unter der Annahme, dass seine isochore molare Wärmekapazität C_V temperaturunabhängig ist!

   $$S(T,V,N) = S(T_0,V_0,N) + N\overline{C}_V \ln\frac{T}{T_0} + Nk_B \ln\frac{V}{V_0}$$

   und wegen Extensivität von S, d.h. $S(T,\lambda V,\lambda N) = \lambda S(T,V,N)$

   $$S(T,V,N) = N\sigma + N\overline{C}_V \ln\frac{T}{T_0} + Nk_B \ln\frac{V/N}{V_0/N_0}$$

2. Erläutern Sie den Gay-Lussac-Versuch und bestimmen Sie, die bei diesem auftretende Entropieänderung. Erfinden Sie dazu einen geeigneten reversiblen Ersatzprozess, mit dem Sie die Entropieänderung berechnen. Vergleichen Sie mit dem Ergebnis, das aus der Entropiefunktion der ersten Aufgabe folgt!

   $$\Delta S = nR\ln\frac{V_1+V_2}{V_1} > 0$$

3. Es seien in beiden Teilvolumina des Gay-Lussac-Experimentes zwei Gase im Gleichgewicht: (n_1,V_1,p,T) das eine ideale Gas und (n_2,V_2,p,T) das zweite ideale Gas. Bestimmen Sie den Endzustand des thermodynamischen Systems im Gesamtvolumen V_1+V_2 nach Wegnahme der Trennwand! Wie groß ist die auftretende Mischungsentropie? Warum ist diese bei gleichen Gassorten nicht Null (Gibbssches Paradoxon). Wie löst sich der Widerspruch?

   $$\Delta S = n_1R\ln\frac{V_1+V_2}{V_1} + n_2R\ln\frac{V_1+V_2}{V_2} > 0$$

4. In den beiden Teilbehältern á la Gay-Lussac befinden sich wieder zwei ideale Gase (n_1,V_1,p_1) und (n_2,V_2,p_2) bei gleicher Temperatur T. In welchen Endzustand geht das System über, wenn die wärmeleitende Trennwand aus ihrer Arretierung gelöst wird, so dass sie sich verschieben kann? Welche Entropieänderung folgt für diesen Prozess des Druckausgleichs qualitativ und quantitativ?

   $$\Delta S = n_1R\ln\frac{p_1}{p} + n_2R\ln\frac{p_2}{p} > 0, \qquad p = \frac{n_1+n_2}{V_1+V_2}RT$$

5. In den beiden Teilbehältern á la Gay-Lussac befinden sich wieder zwei ideale Gase $(n_1,V_1,T_1,C_V^{(1)})$ und $(n_2,V_2,T_2,C_V^{(2)})$ bei gleichem Druck p. In welchen Endzustand geht das System über, wenn die Trennwand erstens aus ihrer Arretierung gelöst wird, so dass sie sich verschieben kann, und zweitens die Wärmeisolation von ihr entfernt wird? Welche Entropieänderung folgt für diesen Prozess des Temperaturausgleichs qualitativ und quantitativ?

   $$\Delta S = n_1C_V^{(1)}\ln\frac{T_M}{T_1} + n_2C_V^{(2)}\ln\frac{T_M}{T_2} > 0$$

   wobei für die gemittelte Temperatur gilt $T_M = \dfrac{n_1C_V^{(1)}T_1 + n_2C_V^{(2)}T_2}{n_1C_V^{(1)} + n_2C_V^{(2)}}$