

誕生と変遷にまなぶ平衡系の熱力学

目次

第1章 平衡曲面の性質

- 1.1 基本的示量性状態量と $U - V - S$ 空間
 - 1.2 平衡状態と平衡曲面
 - 1.2.1 熱力学第二法則の要請
 - 1.2.2 熱力学第一法則の要請
 - 1.3 エントロピー表示とエネルギー表示
 - 1.4 平衡曲面上での温度依存性と圧力依存性
 - 1.4.1 体積一定の場合の温度依存性
 - 1.4.2 エントロピー一定の場合の圧力依存性
 - 1.5 等圧比熱と等温圧縮率
 - 1.6 熱膨張率
 - 1.6.1 比熱の差
 - 1.6.2 圧縮率の差
 - 1.7 熱学の新装開店
 - 1.8 暗黙の約束事
 - 1.9 化学的工作
 - 1.10 まとめ
- 付録：偏微分公式

第2章 自由エネルギーの幾何学的性質

- 2.1 自由エネルギーの導入
- 2.2 自由エネルギーの大小関係
- 2.3 自然な独立変数とマクスウェルの関係式
- 2.4 平衡曲面の幾何学的形状
 - 2.4.1 平衡曲面 $U(S, V)$ の幾何学的形状
 - 2.4.1.1 エントロピー一定の場合
 - 2.4.1.2 体積一定の場合
 - 2.4.1.3 エネルギー一定の場合
 - 2.4.2 平衡曲面 $G(T, p)$ の幾何学的形状
 - 2.4.2.1 温度一定の場合
 - 2.4.2.2 圧力一定の場合
 - 2.4.2.3 G 一定の場合
 - 2.4.3 平衡曲面 $F(T, V)$ の幾何学的形状
 - 2.4.3.1 体積一定の場合

	2.4.3.2	温度一定の場合
	2.4.3.3	F 一定の場合
	2.4.4	平衡曲面 $H(S,p)$ の幾何学的形状
	2.4.4.1	エントロピー一定の場合
	2.4.4.2	圧力一定の場合
	2.4.4.3	H 一定の場合
	2.5	温度変化と圧力変化との関係
	2.6	ギブズ・ヘルムホルツ方程式
	2.7	第一種理想気体のエネルギーとエンタルピー
	2.8	まとめ
第3章		黒体放射の熱力学
	3.1	キルヒホッフ
	3.1.1	キルヒホッフの放射法則
	3.1.2	黒体と黒体放射
	3.1.3	平衡系の熱力学による議論
	3.2	エネルギー流密度
	3.3	シュテファンの法則
	3.4	ボルツマンによる解釈
	3.5	黒体放射の平衡曲線 $S(U)$
	3.6	ヴェーバーの指摘
	3.7	ヴィーンによる解釈
	3.8	まとめ
第4章		エクセルギー
	4.1	孤立系の状態変化
	4.2	物体の断熱変化
	4.2.1	化学的仕事浴
	4.2.2	最小仕事と最大仕事
	4.3	エクセルギー
	4.3.1	環境
	4.3.2	エクセルギーと自由エネルギーの関係
	4.3.2.1	電池の出力電力
	4.3.2.2	狭義の反応熱
	4.3.3	ラントのエクセルギー
	4.4	まとめ
第5章		太陽電池のエネルギー変換効率の上限
	5.1	はじめに
	5.2	思考実験

5.3	最大仕事とエネルギー変換効率の上限
5.4	移動量による議論
5.5	内部抵抗の効果
5.6	まとめ
第6章	相平衡と化学平衡
6.1	熱力学的極限
6.2	純粋物質の相平衡
6.2.1	V - S 平面上での相図
6.2.2	U - V - S 空間内の共通接平面
6.2.3	T - p 平面内での相図
6.2.4	2相平衡曲線上での dp/dT の符号
6.2.5	連続相転移
6.3	超流動ヘリウムの噴水圧
6.4	多成分系の平衡
6.4.1	化学ポテンシャル
6.4.2	ギブズの相律
6.5	混合のエントロピー
6.6	希薄溶液に関わる経験則
6.6.1	ヘンリーの法則
6.6.2	沸点上昇と融点降下
6.6.3	浸透圧
6.7	物理化学の始まり
6.8	第一種理想気体の化学ポテンシャル
6.9	理想溶液と正則溶液
6.10	浸透圧
6.11	質量作用の法則
6.12	まとめ
第7章	熱力学第三法則
7.1	可逆変化の反応熱
7.1.1	狭義の反応熱と化学的工作
7.1.2	等温可逆変化の反応熱 Q
7.1.3	反応熱 Q と化学的工作 E との関係
7.1.4	可逆電池の熱力学的考察
7.2	ネルンストの考察
7.2.1	ネルンストの問題設定
7.2.2	ネルンストの仮説
7.2.3	ネルンストの熱定理

7.3	熱力学第三法則
7.4	まとめ
第8章	表面張力
8.1	はじめに
8.2	表面張力の測定
8.3	表面張力の温度依存性
8.3.1	臨界点近傍
8.3.2	0Kの近傍
8.4	境界面のエネルギー、エントロピー、熱容量の温度依存性
8.5	平衡曲線
8.6	ヘリウムの表面張力
8.7	まとめ
第9章	気体分子運動論—揺らぎの物理の誕生
9.1	気体分子運動論の誕生
9.2	第一種理想気体の状態方程式
9.3	熱平衡に達するプロセス
9.4	気体の輸送係数と平均自由行程
9.5	気体分子の大きさと平均自由行程
9.6	マクスウェル分布
9.7	気体分子の大きさとアボガドロ数の推定
9.8	気体分子の速度分布の観測
9.9	まとめ
第10章	統計物理学の誕生
10.1	気体分子運動論の確率論的解釈
10.2	ボルツマンの原理とボルツマンの関係式
10.3	統計物理学の始まりと統計物理学の目標
10.4	エネルギーの等分配則
10.5	部分系の統計物理学
10.6	部分系の状態密度と分布関数
10.7	エネルギーの等分配則の破綻
10.8	ギブズの統計物理学の問題点
10.9	まとめ
第11章	熱力学的揺らぎ
11.1	揺動と散逸
11.2	孤立系のエントロピーの揺らぎ
11.2	物体のエクセルギーの揺らぎ

11.4	状態量の揺らぎ
11.4.1	温度と体積の揺らぎ
11.4.2	圧力とエントロピーの揺らぎ
11.5	ジョンソン雑音
11.6	まとめ
第12章	量子論の誕生
12.1	放射式
12.2.1	ヴィーンの放射式
12.2.2	レイリーの放射式
12.2.3	プランクの放射式
12.3	エネルギー量子仮説
12.4	プランクの放射式の歴史的意義
12.5	光量子仮説
12.3	エネルギー量子の拡張
12.4	波と粒子の二重性
12.5	まとめ
第13章	量子統計物理学
13.1	量子論的状态の数
13.2	統計力学的エントロピーと統計力学的温度
13.3	2準位系
13.4	確率分布関数
13.5	ギブズ分布
13.6	粒子数が変化する部分系への拡張
13.7	理想気体
13.7.1	ボース気体
13.7.2	フェルミ気体
13.7.3	ボルツマン分布
13.8	理想気体のエントロピー
13.9	まとめ