

『物理化学第2版』第1刷りに対する正誤表

修正箇所	誤	正
p.1の表1.2	面積 速度, 長さ 密度 モル質量 モル体積 力 圧力 仕事, 熱量 仕事率 粘度 比熱 熱伝導率 モル濃度 平方メートル 立方メートル メートル毎秒 キログラム毎立方メートル キログラム毎モル 立方メートル毎モル ニュートン (newton) パスカル (pascal) ジュール (joule) ワット (watt) ジュール毎キログラム毎ケルビン ワット毎メートル毎ケルビン モル毎立方メートル m^2 m^3 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ N Pa J W Pa·s J·(kg·K)⁻¹ W·(m·K)⁻¹ mol·m⁻³ $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ N/m²=kg·m⁻²·s⁻² N·m=kg·m²·s⁻² J s⁻¹=kg·m²·s⁻³ kg·(m·s)⁻¹ m²·(s²·K)⁻¹ kg·m·(s²·K)⁻¹	面積 速度, 長さ 密度 モル質量 モル体積 力 圧力 仕事, 熱量 仕事率 粘度 比熱 熱伝導率 モル濃度 平方メートル 立方メートル メートル毎秒 キログラム毎立方メートル キログラム毎モル 立方メートル毎モル ニュートン (newton) パスカル (pascal) ジュール (joule) ワット (watt) ジュール毎キログラム毎ケルビン ワット毎メートル毎ケルビン モル毎立方メートル m^2 m^3 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ N Pa J W Pa·s J·(kg·K)⁻¹ W·(m·K)⁻¹ mol·m⁻³ $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ N/m²=kg·m⁻²·s⁻² N·m=kg·m²·s⁻² J s⁻¹=kg·m²·s⁻³ kg·(m·s)⁻¹ m²·(s²·K)⁻¹ kg·m·(s²·K)⁻¹
p.2の3行目	$J = N\,m = (\text{kg}\,\text{m}\,\text{s}^{-2})\,\text{m} = (\text{N}\,\text{m}^2)\,\text{m}^3 = \text{Pa}\,\text{m}^3$	$J = N\,m = (\text{N}\,\text{m}^{-2})\,\text{m}^3 = \text{Pa}\,\text{m}^3$
p.2の13行目	閉じこめられた空気の体積を測定した	閉じこめられた空気の体積Vを測定した
p.2の図1.2の説明文	空気の圧力と体積の関係を測定する装置	空気の圧力と体積の関係を測定する装置(水銀柱の高さhと管径および水銀密度から大気圧との圧力差が測定できる)
p.3の11行目	1 mol の気体は6.00221367×10 ²³ 個の	1 mol の気体は6.002214129×10 ²³ 個の
p.3の16行目の式	$= 8.3144\,\text{J}\,\text{mol}\,\text{K}^{-1}$	$= 8.3145\,\text{J}\,\text{mol}^{-1}\,\text{K}^{-1}$
p.3の式(1.12)	$d = \frac{M}{V} = \frac{PM}{RT}$ (1.12)	$d = \frac{M}{V} = \frac{PM}{RT}$ (1.12)
p.4の式(1.19)	$P = x_1P + x_2P + x_3P + \dots$ (1.19)	$P = x_1P + x_2P + x_3P + \dots$ (1.19)
p.4の下から13~14行目	ただし空気は理想気体と仮定する。	ただし空気は窒素と酸素の体積比が4:1の混合気体で、理想気体としてふるまうものとする。
p.4の下から2~3行目	水素とアルゴンの密度ならびに相対密度を求めよ。	水素とアルゴンの密度ならびに空気に対する相対密度を求めよ。
p.5の式(1.22)	$Z = \frac{PV}{RT} = 1 + B_RP + C_RP^2\dots$	$Z = \frac{PV}{RT} = 1 + B_RP + C_RP^2\dots$
p.6の11行目	距離が大きい低圧, 分子間力の	距離が大きい低圧や, 分子間力の
p.6の下から11行目	molあたりの排除体積項bは次式となる。	molあたりの排除体積bは次式となる。
p.7の5行目	式(1.25)と(1.27)を合わせると,	式(1.25)と式(1.27)を合わせると,

p.7の【例題1.3】

【例題1.3】 1.00 molの水が (1) と (2) の状態にある。
 (1) 273.15 K, 22.4 L, (2) 1000 K, 100 cm³
 理想気体およびファンデルワールスの状態方程式に従う気体としたときの圧力を求めよ。ただし, $a=0.552 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b=0.0304 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。

【解】

(1) 理想気体の場合は

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1.00 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273.15 \text{ K}}{22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 0.101_3 \text{ MPa}$$

ファンデルワールス気体では $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = RT$

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

$$= \frac{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 273.15 \text{ K}}{22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} - 0.0304 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}} - \frac{0.552 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}}{(22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})^2}$$

$$= (101519 - 1100) \text{ Pa} = 10041 \text{ Pa} = 0.100_4 \text{ MPa}$$

(2) 理想気体の場合は

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1.00 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1000 \text{ K}}{100 \times (10^{-2} \text{ m})^3} = 83.1 \text{ MPa}$$

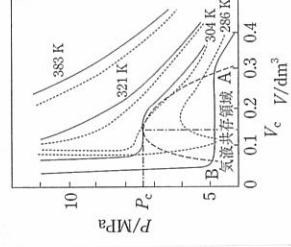
ファンデルワールス気体では $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

$$= \frac{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1000 \text{ K}}{1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} - 0.0304 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}} - \frac{5.52 \times 10^{-6} \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}}{(1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})^2}$$

$$= 64.3 \text{ MPa}$$

p.7の図1.8



p.8の8行 目 a,bと以下のような関係になる。

p.8の12行 目 となる。臨界点Cの極値では $P = P_c$, $V = V_c$, $T = T_c$ で1回微分,

表1.5 ファンデルワールス式の定数 $a / \text{MPa dm}^2 \text{ mol}^{-2}$, $b / \text{dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

物質	a	b
H ₂	0.0248	0.0266
He	0.0034	0.024
CH ₄	0.229	0.0428
H ₂ O	0.552	0.0304
Ne	0.0197	0.0158
N ₂	0.137	0.0387
O ₂	0.138	0.0317
Ar	0.136	0.0322
CO ₂	0.366	0.0428
Cl ₂	0.658	0.0562
C ₆ H ₆	1.89	0.120
Kr	0.232	0.396

注: a , b は表1.4の臨界定数と式(1.33)から算出した値。

【例題1.3】 1.00 molの水が 1000 K, 100 cm³ の状態にある。

1000 K, 10 cm³ における

理想気体およびファンデルワールスの状態方程式に従う気体としたときの圧力を求めよ。ただし, $a=0.552 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b=0.0304 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。

【解】 理想気体の場合は

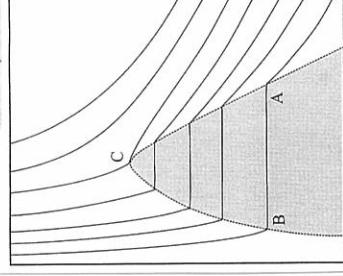
$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1.00 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1000 \text{ K}}{100 \times (10^{-2} \text{ m})^3} = 83.1 \text{ MPa}$$

ファンデルワールス気体では $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

$$= \frac{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1000 \text{ K}}{1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} - 0.0304 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}} - \frac{5.52 \times 10^{-6} \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}}{(1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})^2}$$

$$= 64.3 \text{ MPa}$$



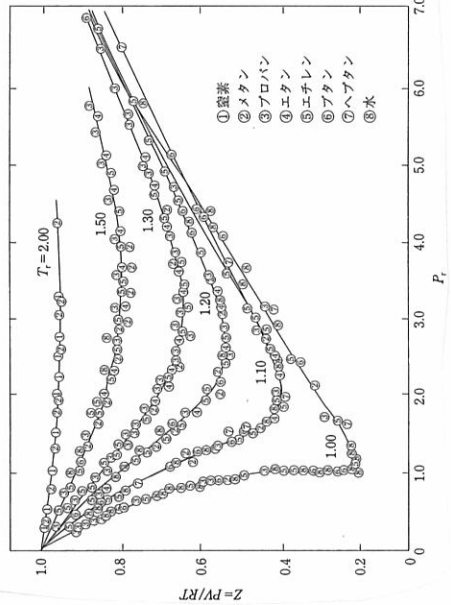
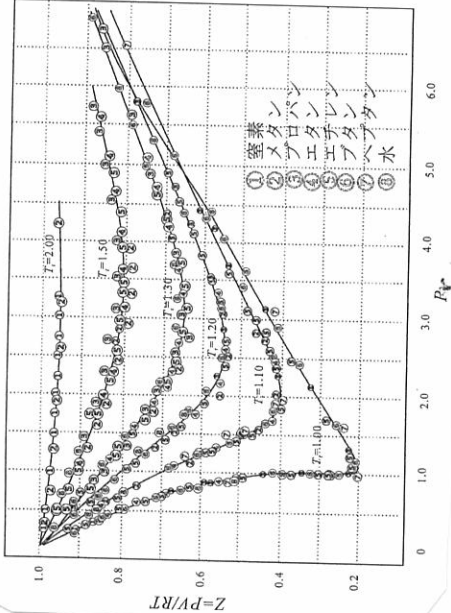
a,bと以下のような関係になる。 $n = 1$ として式(1.24)を変形すると次式となる。

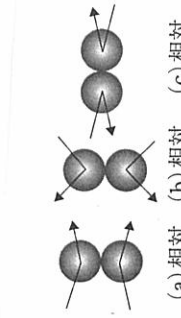
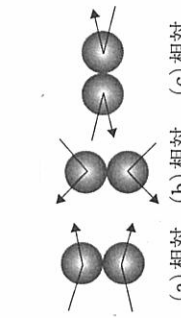
となる。臨界点Cの極値で $P = P_c$, $V = V_c$, $T = T_c$, および1回微分,

表1.5 ファンデルワールス式の定数 a , b

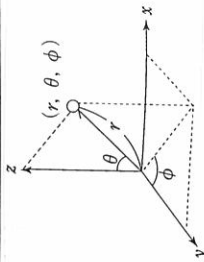
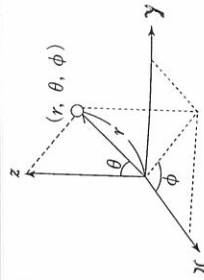
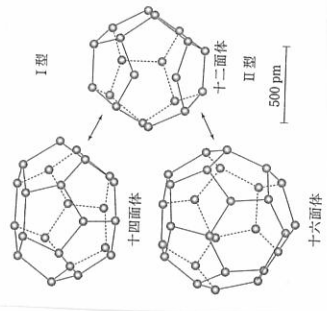
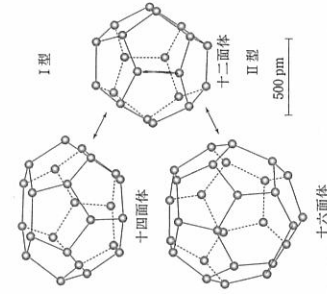
物質	$a / \text{Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$	$b / \text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$
H ₂	2.48×10^{-2}	2.66×10^{-5}
He	3.45×10^{-3}	2.40×10^{-5}
CH ₄	2.29×10^{-1}	4.28×10^{-5}
H ₂ O	5.52×10^{-1}	3.04×10^{-5}
Ne	1.97×10^{-2}	1.58×10^{-5}
N ₂	1.37×10^{-1}	3.87×10^{-5}
O ₂	1.38×10^{-1}	3.17×10^{-5}
Ar	1.36×10^{-1}	3.22×10^{-5}
CO ₂	3.66×10^{-1}	4.28×10^{-5}
Cl ₂	6.58×10^{-1}	5.62×10^{-5}
C ₆ H ₆	1.89	1.20×10^{-4}
Kr	2.32×10^{-1}	3.96×10^{-4}

*1 表1.3の臨界定数と(1.35)式から算出した値。

p.8の下 から7行 目	となり, 臨界点から決定された	となる. 臨界点から決定された
p.9の図 1.9		
p.10の7 行目	$= 2.47 \times 10^{-4} \text{ m}^{-3}$	$= 2.47 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
p.10の下 から11行 目	動いているとすると $f = m (dv) / dt$ で,	動いているとすると $f = m (dv / dt)$ で,
p.11の2 行目	x 軸方向に平均二乗速度を $\overline{v_x^2}$ で	x 軸方向に平均二乗速度 $\overline{v_x^2}$ で
p.11の式 (1.46), (1.47) お よび下か ら14行目	$\overline{E_k} = N_A \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{1}{2} (N_A m) \overline{v^2} = \frac{1}{2} M \overline{v^2} \quad (1.46)$ となり, 式 (1.44) と合わせると $\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (1.47)$ となる. $\sqrt{\overline{v^2}}$ は根平均二乗速度 (rms, root-mean-square speed) として知られてい	$\overline{E_k} = N_A \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{1}{2} (N_A m) \overline{v^2} = \frac{1}{2} M \overline{v^2} \quad (1.46)$ となり, 式 (1.44) と合わせると $\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (1.47)$ となる. $\sqrt{\overline{v^2}}$ は根平均二乗速度 (rms, root-mean-square speed) として知られてい
p.11の式 (1.48)	$\epsilon = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \left(\frac{1}{2} m \right) \left(\frac{3RT}{M} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{Rm}{M} \right) T = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N_A} \right) T = \frac{3}{2} kT \quad (1.48)$	$\epsilon = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \left(\frac{1}{2} m \right) \left(\frac{3RT}{M} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{Rm}{M} \right) T = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N_A} \right) T = \frac{3}{2} kT \quad (1.48)$
p.11の下 から9行 目	$= 1.380 \times 10^{23} \text{ JK}^{-1}$	$= 1.381 \times 10^{23} \text{ JK}^{-1}$
p.12の8 ~18行目	り, $\sqrt{\overline{v^2}} : \overline{v} : v^* = 1 : 0.92 : 0.82$ となる. d. 分子間の衝突回数と平均自由行程 気体状態で分子の振舞いは動的な (運動している) 状態を理解することで正確な知見が得られる. 図 1.13 に示したように, 直径 d の分子①が他の分子②に衝突せずに平均速度 $\overline{v}$ で飛行することのできる平均の距離を l とすると, 単位時間あたり $\overline{v}$ の長さの円筒内に重心をもつすべての分子と衝突することになる. 単位体積あたりの分子数を N^* とすると, 円筒内の分子数は $\pi d^2 \overline{v} N^* l$ となる. これは単位時間あたりの分子の衝突回数である. しかし, 気体分子は互いに独立に動いているので, 分子が飛行しているときの相対速度を考慮しなければならぬ. いま分子が互いに衝突する相対速度は, 図 1.14 に示したように (a) の平行に近い角度で衝突する 0 から (c) に示した正面衝突するときの $2\overline{v}$ 間で変わる. この	り, $\sqrt{\overline{v^2}} : \overline{v} : v^* = 1 : 0.92 : 0.82$ となる. d. 分子間の衝突回数と平均自由行程 気体状態で分子の振舞いは動的な (運動している) 状態を理解することで正確な知見が得られる. 図 1.13 に示したように, 直径 d の分子①が他の分子②に衝突せずに平均速度 $\overline{v}$ で飛行することのできる平均の距離を l とすると, 単位時間あたり $\overline{v}$ の長さの円筒内に重心をもつすべての分子と衝突することになる. 単位体積あたりの分子数を N^* とすると, 円筒内の分子数は $\pi d^2 \overline{v} N^* l$ となる. これは単位時間あたりの分子の衝突回数である. しかし, 気体分子は互いに独立に動いているので, 分子が飛行しているときの相対速度を考慮しなければならぬ. いま分子が互いに衝突する相対速度は, 図 1.14 に示したように (a) の平行に近い角度で衝突する 0 から (c) に示した正面衝突するときの $2\overline{v}$ 間で変わる. この

p.12の図 1.14	 (a) 相対速度 0 (b) 相対速度 $\sqrt{2}v$ (c) 相対速度 $2v$ 図 1.14 分子の衝突の種類と相対速度：すべての分子同士の衝突は(a)から(c)の間にある。	 (a) 相対速度 0 (b) 相対速度 $\sqrt{2}v$ (c) 相対速度 $2v$ 図 1.14 分子の衝突の種類と相対速度：すべての分子同士の衝突は(a)から(c)の間にある。	$T = 126.2 \text{ K}$ とし $Z = 1$ とする. $T_c = 126.2 \text{ K}$ とし $Z = 1.2$ とする. J. W. Gibbs アメリカの理論物理学者・理論科学者 温度 384K $C_{P,m}(\text{H}_2) = [9.06 - \dots]$ 21.8 4.58 mmHg このとき外部から吸収する熱量を …の水蒸気を含む空気が水と… また溶媒の分子量を M_1 とすると 【ジョサイア・ウィラー・ギブズ Josiah Willard Gibbs 1839 – 1903】アメリカ・コネチカット州ニューヘイブン出身の数学者・物理学者・物理化学者であった。……1901年に初めて授与式が行われた。
p.13の練習問題 1.4の2～3行目			$T = 126.2 \text{ K}$ とし $Z = 1$ とする. $T_c = 126.2 \text{ K}$ とし $Z = 1.2$ とする. Josiah Willard Gibbs アメリカの理論物理学者・理論化学者 温度 348K $C_{P,m}(\text{H}_2) = [29.06 - \dots]$ 218 0.006 このとき外部から吸収する熱を …の水蒸気を含む空気が氷と… また溶媒の分子量を M_1 とすると式(4.18)より p.74のコラム【アーヴィング・ラングミュア Irving Langmuir 1881-1957】アメリカの化学者、物理学者である。1932年に……が数多く提案されている。
p.44のコラムの人名	J. W. Gibbs	Josiah Willard Gibbs	
p.44のコラムの1行目	アメリカの理論物理学者・理論科学者	アメリカの理論物理学者・理論化学者	
p.47の練習問題 3.1(e)の3行目	温度 384K	温度 348K	
p.47の練習問題 3.1(f)の2行目	$C_{P,m}(\text{H}_2) = [9.06 - \dots]$	$C_{P,m}(\text{H}_2) = [29.06 - \dots]$	
p.51の図 4.2の縦軸	21.8 4.58 mmHg	218 0.006	
p.51の4.2節の3行目	このとき外部から吸収する熱量を	このとき外部から吸収する熱を	
p.52の6行目	…の水蒸気を含む空気が水と…	…の水蒸気を含む空気が氷と…	
p.56の3行目	また溶媒の分子量を M_1 とすると	また溶媒の分子量を M_1 とすると式(4.18)より	
p.72のコラム	【ジョサイア・ウィラー・ギブズ Josiah Willard Gibbs 1839 – 1903】アメリカ・コネチカット州ニューヘイブン出身の数学者・物理学者・物理化学者であった。……1901年に初めて授与式が行われた。	p.74のコラム【アーヴィング・ラングミュア Irving Langmuir 1881-1957】アメリカの化学者、物理学者である。1932年に……が数多く提案されている。	

p.74のコラム	【アーヴィング・ラングミュアIrving Langmuir 1881-1957】アメリカの化学者，物理学者である。1932年に……が数多く提案されている。	【粉体の比表面積はどのようにしてわかるのか？】吸着現象はおもしろい。活性炭に酢酸を吸着させて，活性炭の比表面積を推算することができる。単位質量(1g)あたりの表面積は比表面積(m ² /g)と呼ばれる。1gの活性炭を用いていろいろな濃度の酢酸溶液50cm ³ から酢酸を吸着させる実験を行う。得られた結果を，酢酸の平衡濃度(mol/dm ³)を横軸にとり，吸着量(mol/g)を縦軸にとって図示すると，吸着等温線ができる。通常，放物線状の2次曲線となり，最大の値は単分子層飽和吸着量y _m と呼ばれる。この値は，上記のデータをラングミュア一式に従ってプロット(図6.7)すると，切片の値の逆数y _m に等しくなる。ところで，酢酸分子の大きさは20Å ² であるから，(6.23)式にy _m の値と酢酸分子の大きさを20Å ² である20Å ² (=20×10 ⁻²⁰ m ²)を代入すると，およそ600~800m ² /gの比表面積が得られる。2000m ² /gのようなど大い比表面積を持つ活性炭もある。	
p.86の表7.5の右段3つめ	Cl ⁻	Cl ⁻	
p.95の式(7.43)の1つ上の式	Ag+Cl ⁻ (a)H ⁺ (a)	Ag+Cl ⁻ (a)+H ⁺ (a)	
p.96の7.9節の8行目	次の電池は電極濃淡電池の例である。塩酸濃度の異なる…	塩酸濃度の異なる…	
p.97の下から7行目の式	$E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln(a_{\text{Ag}} \cdot a_{\text{Cl}^-})_{\text{eq}} = \frac{RT}{nF} \ln K$	$E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln(a_{\text{Ag}} \cdot a_{\text{Cl}^-})_{\text{eq}} = \frac{RT}{nF} \ln K$	
p.99の練習問題7.6(a)	1 atm, 373 Kでの水の蒸発熱を2325 kJ mol ⁻¹ とすると，	1 atm, 373 Kでの水の蒸発熱を40.66 kJ mol ⁻¹ とすると，	
p.99の練習問題7.8の3行目	その抵抗値を測ると，2.59×10 ⁴ Ωであった。	その抵抗値を測ると，2.10×10 ⁴ Ωであった。	
p.100の練習問題7.8(d)	CaF ₂ の極限モル伝導度は9.80×10 ⁻³ Ω ⁻¹ m ² mol ⁻¹ である。	CaF ₂ の極限モル伝導度は2.36×10 ⁻² Ω ⁻¹ m ² mol ⁻¹ である。	
p.101の式(8.4)の3番目	$\gamma_{\text{NH}_3} = - \frac{d[\text{NH}_3]}{dt}$	$\gamma_{\text{NH}_3} = \frac{d[\text{NH}_3]}{dt}$	
p.113のコラムの人名	Hnrrik	Henrik	

p.113のコラムの名	Edwin	Erwin
p.119の図 9.7		
p.127のコラムの3行目	Bore	Bohr
p.139のコラムの名	Deby	Debye
p.151の図 12.12の十二面体		
p.154の7章の3.1(f)	$36.7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$36.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
p.154の7章の7.6	$K_b = 2.140 \text{ deg mol}^{-1}, M = 292, i = 0.71$	$K_b = 0.512 \text{ deg (mol/kg)}^{-1}, M = 69.8, i = 2.98$
p.154の7章の7.8(a)	$3.86 \times 10^{-5} \Omega^{-1}$	$4.76 \times 10^{-5} \Omega^{-1}$
p.154の7章の7.8(c)	$3.86 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$	$4.76 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
p.154の7章の7.8(d)	$3.94 \times 10^{-4} \text{ eq dm}^{-3}$	$2.07 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
p.155の7章の7.8(e)	3.06×10^{-11}	3.55×10^{-11}