

目 次

1. 基 本 定 数

1.1 物理学基本定数表	2
1.2 物理学定義値	2
1.2.1 長さ, 質量, 時間の単位	2
1.2.2 電 流 の 単 位	2
1.2.3 電 圧 の 単 位	2
1.2.4 温 度 の 単 位	2
1.2.5 光 度 の 単 位	2
1.2.6 原子量およびモル	3
1.2.7 気 圧	3
1.2.8 熱 の 単 位	3
1.2.9 重力の加速度	3

2 単 位 換 算

2.1 SI 基本単位と固有の名称をもつ SI 組立単位	6
2.2 物理学の単位・記号にする IUPAP の推薦	6
2.3 電磁気単位換算表	8
2.4 時 間 の 換 算	10
2.5 長 さ の 換 算	10
2.5.1 ミル, インチ, フィート, ヤード, マイル, 寸, 尺, 間, 町, 里 → μm , mm, cm, m, km	10
2.5.2 mm, cm, m, km → ミル, インチ, フィート, ヤード, マイル, 寸, 尺, 間, 町, 里	10
2.6 速 度 の 換 算	10
2.7 面 積 の 換 算	11

2.8 容 積 の 換 算	11
2.9 角 度 の 換 算	11
2.10 質 量 の 換 算	11
2.11 力 の 換 算	11
2.12 圧 力 の 換 算	12
2.12.1 $\text{Pa}=\text{N}/\text{m}^2$, Torr, μHg , mbar, 気圧, kg/cm^2 重, psi	12
2.12.2 $\text{psi}\rightarrow\text{atm}$, kg/cm^2	12
2.12.3 $\text{mbar}\rightarrow\text{Torr}$, atm	13
2.12.4 $\text{Torr}\rightarrow\text{atm}$, dyn/cm^2	13
2.13 エネルギー換算	12
2.13.1 K, cm^{-1} , eV, Hz, G: gauss, $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\text{kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$, erg	12
2.13.2 $\text{eV}\rightarrow\text{K}$, cm^{-1} , cm	14
2.13.3 $\text{cm}^{-1}\rightarrow\text{eV}$, K	15
2.13.4 $\lambda\rightarrow\text{eV}$, cm^{-1}	15
2.13.5 $\nu\rightarrow T$, eV	15
2.13.6 $\nu\rightarrow H$, cm	15
2.14 温 度 の 換 算	16
2.14.1 摂氏から華氏への換算	16
2.14.2 絶対温度から摂氏および絶対温度の逆数への換算	16
2.14.3 摂氏から絶対温度およびその逆数への換算	17

3. 力 学 的 性 質

3.1 固体の力学的性質	20
3.1.1 固 体 の 密 度	20
3.1.2 固体の弾性率, 降伏応力, かたさ	23
3.1.2.1 種々の結晶の弾性率	24
3.1.2.2 種々の固体の等方弾性率	25
3.1.2.3 合金の弾性率, 降伏応力, かたさ	25
3.1.3 固体のクリープ速度	28
3.1.4 固体の摩擦係数	28

3.2 液体の力学的性質	29
3.2.1 液体の密度, 圧縮率	29
3.2.1.1 液体の密度	29
3.2.1.2 液体の圧縮率	29
3.2.2 液体の表面張力	29
3.2.3 液体の粘性	30
3.3 気体の力学的性質	30
3.3.1 気体の密度, 圧縮率	30
3.3.1.1 気体の密度	30
3.3.1.2 気体の圧縮率	30
3.3.2 気体の粘性	30
3.4 音波の速度と吸収	31
3.4.1 音波の速度	31
3.4.1.1 気体中の音速	31
3.4.1.2 液体中の音速	31
3.4.1.3 固体中の音速	31
3.4.2 金属, 合金内の超音波の吸収	32

4. 電 気

4.1 いろいろな物質の電気伝導率の温度変化例	36
4.2 金属の電気的性質	36
4.2.1 金属の電気抵抗率	36
4.2.1.1 単体金属の常温における電気抵抗率	36
4.2.1.2 単体金属の常温における電気抵抗率の異方性の例	36
4.2.1.3 純粋金属の低温での電気抵抗率	36
4.2.1.4 金属, 合金の電気抵抗率の温度変化の例	36
4.2.1.5 熔融状態の金属および半金属の電気抵抗率	36
4.2.1.6 融点をはさんでの金属および半金属の電気抵抗率の温度依存性	37
4.2.1.7 残留電気抵抗の例	37
4.2.2 超伝導体の臨界温度, 臨界磁場	42

4.2.3	ホー ル 定 数	43
4.2.3.1	非強磁性金属のホール定数	43
4.2.3.2	強磁性金属のホール定数	43
4.2.4	仕事関数と接触電位差	44
4.2.5	熱 電 能	44
4.2.5.1	代表的な金属の絶対熱電能の温度依存性	44
4.2.5.2	金属の絶対熱電能	44
4.3	半導体の電氣的性質	45
4.3.1	半導体のエネルギー・ギャップと格子散乱キャリア移動率	45
4.3.2	半導体伝導帯下端の電子実効質量比	46
4.3.3	半導体の実効質量	46
4.3.3.1	立方晶系半導体の価電子帯実効質量係数	46
4.3.3.2	半導体価電子帯上端の正孔実効質量比	47
4.3.4	半導体の deformation potential	47
4.3.5	主要な半導体のエネルギー帯構造図	48
4.4	絶縁物の電氣的性質	53
4.4.1	絶縁物の電気抵抗率	53
4.4.1.1	体積抵抗率	53
4.4.1.2	表面抵抗率	53
4.4.2	誘 電 率	54
4.4.3	焦 電 率	58
4.4.4	強誘電体, 反強誘電体の諸特性	58
4.4.5	圧 電 率	62
4.4.6	電 わ い 定 数	64
4.4.7	摩 擦 帯 電 列	64
4.4.8	破 壊 電 圧	65
4.4.8.1	固体と液体	65
4.4.8.2	気 体	66
4.4.8.3	真空火花放電	66
4.5	電 気 技 術	67

4.5.1 半導体および真空管とその回路	67
4.5.1.1 半導体とその回路	67
4.5.1.2 デジタル集積回路	69
4.5.1.3 マイクロ波検出器	70
4.5.1.4 真空管の定数と増幅器の特性	72
4.5.1.5 マイクロ波発振用電子管	73
4.5.1.6 マイクロ波用半導体素子	73
4.5.1.7 定電圧放電管	74
4.5.2 高周波部品	75
4.5.2.1 高周波同軸ケーブルとコネクタの特性	75
4.5.2.2 導波管の寸法規格	76
4.5.2.3 導波管フランジの寸法規格	76
4.5.3 電源, 配線	78
4.5.3.1 電源の特性	78
4.5.3.2 電池	79
4.5.3.3 カラーコード	80
4.5.3.4 種々の電線の許容電流	81
4.5.3.5 代表的な電圧波形のフーリエ展開	81
4.5.3.6 時定数, インピーダンスの表	82
4.5.3.7 電磁石および電源に関する資料	82
4.5.3.8 超伝導マグネットの例	82
4.5.4 その他	82
4.5.4.1 ストレインゲージのゲージ因子	82

5. 磁 気

5.1 静磁特性	84
5.1.1 各元素の帯磁率	84
5.1.2 反磁性帯磁率	84
5.1.2.1 イオン帯磁率	84
5.1.2.2 有機化合物の反磁性帯磁率	86

5.1.3	3d および 4f 遷移金属イオンの実効磁子数	86
5.1.4	強磁性体, フェリ磁性体の諸特性	88
5.1.5	代表的な寄生強磁性体結晶のネール温度 T_N	90
5.1.6	代表的な反強磁性体結晶のネール温度 T_N と θ	90
5.1.7	磁気異方性定数, 異方性磁場, 磁わい定数, および飽和磁化	91
5.1.8	磁性材料の特性	92
5.2	磁 場	93
5.2.1	^1H , ^7Li の核磁気共鳴周波数と磁場の関係	93
5.2.2	コイルの磁場式	93
5.2.2.1	円形電流のつくる磁場	93
5.2.2.2	円筒形ソレノイドのつくる磁場	94
5.2.2.3	トロイド状コイルのつくる磁場	95
5.2.2.4	直線電流のつくる磁場	95
5.2.3	反 磁 場 係 数	96
5.2.4	電磁石および電源に関する資料	96
5.2.5	超伝導マグネットの例	97
5.3	微細構造および超微細構造	98
5.3.1	微細構造および超微細構造	98
5.3.1.1	鉄族イオンの結晶場での性質とスピンハミルトニアン	98
5.3.1.2	希土類元素イオンのスピンハミルトニアン	100
5.3.1.3	化合物中の内部磁場	100
5.3.1.4	強磁性金属中での内部磁場	101
5.3.1.5	ナイトシフト	102
5.3.1.6	化学シフト	103
5.3.2	金属単体の核スピン-格子緩和と Korringa の関係	104
5.3.3	メスバウアー効果の観測された原子核の特性	104
5.4	磁性材料の表皮深度と比抵抗, 透磁率, 周波数の関係	105
5.5	地 磁 気 要 素	105

6. 熱・高低温

6.1 転移温度, 転移熱	108
6.2 蒸 気 圧	113
6.2.1 単 体	113
6.2.1.1 単体の蒸気圧	113
6.2.1.2 寒剤の蒸気圧と温度	114
6.2.2 化 合 物	114
6.3 水の沸点の圧力依存性	115
6.4 気 体 の 性 質	115
6.4.1 平均自由行程	115
6.4.2 イオンの移動率	115
6.4.3 壁に衝突する分子数	116
6.4.4 臨界温度, 臨界圧力および臨界密度	116
6.5 拡 散 率	117
6.5.1 気 体	117
6.5.2 固 体	117
6.6 凝集エネルギー	118
6.7 比熱とデバイ温度	118
6.7.1 定 圧 比 熱	118
6.7.2 定圧比熱と定積比熱の差	121
6.7.3 金属の電子比熱	121
6.7.4 デ バ イ 温 度	121
6.8 熱 伝 導 率	122
6.8.1 気 体	122
6.8.2 液 体	122
6.8.3 固 体	122
6.9 熱 膨 張 率	124
6.9.1 液 体	124
6.9.2 固 体	124

6.10 温度定点, 温度測定	127
6.10.1 国際実用温度目盛の定義定点と一次定点	127
6.10.2 二 次 定 点	127
6.10.3 IPTS-68 と IPTS-48 との差	128
6.10.4 熱電対の熱起電力-温度特性	128
6.10.5 JIS による規準熱電対の階級と使用限度	131
6.10.6 熱電対の温度-熱起電力特性	132
6.10.7 熱電対の熱起電力計算式係数	136
6.10.8 種々の熱電対の熱起電力-温度曲線	138
6.10.9 測温用抵抗体の電気抵抗	139
6.11 耐 熱 材 料	141
6.12 寒剤の蒸気圧と温度	149
6.13 塞剤となる気体の性質	151
6.14 低温材料の特性	151
6.15 ドライアイス寒剤と氷寒剤の例	153

7. 光 学

7.1 物質の光学的性質	156
7.1.1 非金属の光学定数	156
7.1.1.1 吸 収	156
7.1.1.2 屈 折	161
7.1.1.3 反 射	164
7.1.1.4 発 光	165
7.1.1.5 旋 光	167
7.1.1.6 電気および磁気光学定数	168
7.1.1.7 非線形光学定数	170
7.1.2 金属の光学定数	171
7.1.2.1 金属の屈折率, 消衰係数, 反射率	171
7.1.2.2 合金の反射率	172
7.1.2.3 金属の薄膜の反射率	172

7.2 レーザー準位	173
7.2.1 ラマンレーザーおよびラマン線	173
7.2.2 レーザー準位	178
7.2.3 レーザー波長一覧表	178
7.3 光学技術	181
7.3.1 光源のスペクトル強度	181
7.3.2 光学フィルター	186
7.3.3 偏光子	188
7.3.4 検出器	189
7.3.5 けい光, りん光スペクトル	193
7.3.6 光の透過率, 吸光度換算表	194

8. 原子, 分子, X 線

8.1 元素と原子	196
8.1.1 周期表と原子量	196
8.1.2 原子の電子配置表	196
8.1.3 原子の波動関数	198
8.1.4 元素の電気的陰性度の図表	207
8.1.5 元素単体の密度, 第一イオン化エネルギー, 電子親和度, 融点, 沸点	208
8.1.6 元素単体の結晶構造, 原子半径, イオン半径	210
8.1.7 原子, イオンの電子分極率	212
8.1.7.1 イオンの電子分極率	212
8.1.7.2 原子の電子分極率	212
8.2 原子のエネルギー準位	213
8.2.1 H^1 から Rn^{86} までの原子のエネルギー準位	213
8.2.2 He, C, O, Na の原子エネルギー準位	216
8.2.3 ランタナイド M^{3+} イオンのエネルギー準位	218
8.3 分子	219
8.3.1 双極子モーメント	219
8.3.2 原子間距離	220

8.3.3 簡単な分子の固有運動	221
8.4 X 線	224
8.4.1 元素の特性 X 線スペクトル	224
8.4.1.1 K 系 列	224
8.4.1.2 L 系 列	225
8.4.2 元素の X 線吸収端	226
8.4.3 元素の γ 線または X 線の吸収係数	228

9. 結 晶 構 造

9.1 結 晶 の 対 称 性	232
9.1.1 結晶格子と結晶系	232
9.1.2 結晶の巨視的性質の対称性と結晶族	233
9.1.3 結 晶 空 間 群	238
9.2 固体の結晶学的性質	241
9.2.1 固体の結晶学的データ	241
9.2.2 主な結晶構造の模型	242
9.2.3 代表的な元素、化合物の結晶構造	243
9.3 結晶のへき開面およびすべり	244

10. 素粒子, 原子核, 放射線

10.1 素粒子, 原子核, 放射線の性質	246
10.1.1 素粒子の性質	246
10.1.2 安定核の性質	247
10.1.3 不安定核の性質	252
10.1.3.1 長寿命放射性同位元素	252
10.1.3.2 メスバウアー効果の観測された原子核の特性	253
10.1.4 放射線と物質との相互作用	254
10.1.4.1 陽子の各種物質中での飛程	254
10.1.4.2 放射線検出体中での放射線の飛程	254
10.1.4.3 放 射 長	255

10.1.4.4	チェレンコフ放射	255
10.1.4.5	元素の X 線吸収端	256
10.1.4.6	元素の γ 線または X 線の吸収係数	256
10.1.5	放射線に関する諸単位	256
10.1.6	陽子, 中性子, 電子の運動のエネルギー, 速さ, 運動量, $B \times r$, 波長	256
10.1.6.1	陽子と中性子	256
10.1.6.2	電 子	258
10.2	放 射 線 技 術	259
10.2.1	キュリー数と放射線量	259
10.2.2	許容被爆線量	260
10.2.3	エネルギー較正用 γ 線	260
10.2.4	放射線検出器	260
10.2.4.1	そ の 特 徴	260
10.2.4.2	検出器中での放射線の飛程	260
10.2.5	γ 線に対する鉛のしゃへい効果	263

11. 市販の金属・非金属材料

11.1	金 属 材 料	266
11.1.1	ステンレス鋼線	260
11.1.2	ベリリウム銅線	266
11.1.3	ステンレス鋼の化学成分, 機械的性質, 特徴および用途	267
11.1.4	合金工具鋼鋼材	267
11.1.5	炭素工具鋼鋼材	270
11.1.6	高压用管の肉厚を決める表	270
11.1.7	アルミニウムおよびアルミニウム合金の成分, 機械的性質	270
11.1.8	高压用管の規格	270
11.1.9	アルミニウムおよびアルミニウム合金材の新旧呼称対照表	271
11.1.10	銅, アルミニウム線の番号と直径	271
11.1.11	入手しやすい金属材料寸法表	272
11.2	ガ ラ ス 材 料	275

11.2.1	ガラス材の種類と熱膨張率，軟化点，電気的性質	275
11.2.2	除わいおよび最高使用温度	275
11.2.3	ガラスと金属の溶接	275
11.2.4	ガラス管の耐圧表	275
11.2.5	石英ガラス，硬質ガラス，ある種の磁気の諸物性の比較	275
11.3	はんだ，接着剤	276
11.3.1	は ん だ	276
11.3.2	銅ろう，黄銅ろう	276
11.3.3	アルミはんだ	276
11.3.4	接 着 剤	277
11.3.5	極低温接着剤および樹脂	280

12. 試料作成，真空技術，その他

12.1	試 料 作 成	282
12.1.1	高純度原料の標準的な表	282
12.1.2	乾 燥 剤	282
12.1.3	化 学 研 摩 液	283
12.1.4	電子顕微鏡透過観察用薄片試料の電解条件	284
12.1.5	格子不整観測用腐食液	286
12.1.6	酸化物に対する溶媒	290
12.1.7	混合ガスの酸素分圧	292
12.1.8	メッシュと網目の大きさ	293
12.2	真 空 技 術	294
12.2.1	油拡散ポンプ油の性質	294
12.2.2	真空材料の気体放出量	294
12.2.3	真空フランジの溝寸法とそれに合うゴムパッキング	294
12.2.4	真空導管のコンダクタンス	295
12.2.5	ガイスラー管による真空度の測定	296
12.2.6	電離真空計の比感度	296

13. 物 理 公 式

13.1 力 学	298
13.1.1 質 点 の 力 学	298
13.1.2 質点系, 剛体の力学	299
13.1.3 弾 性 体 の 力 学	300
13.1.4 流 体 の 力 学	303
13.1.5 単純な場合の作用原理とラグランジュ関数, ハミルトン関数	304
13.1.5.1 作用原理とラグランジュ関数	304
13.1.5.2 ハミルトン関数	305
13.1.5.3 運動量の保存則	305
13.1.5.4 角運動量の保存則	306
13.2 電 磁 気 学	307
13.2.1 定常な場合の電磁気学公式	307
13.2.2 一般の場合の電磁気学公式	311
13.3 熱 ・ 高 低 温	314
13.3.1 熱 伝 導	314
13.3.2 熱 力 学	314
13.3.3 分子運動論, 統計力学	315
13.4 光	317
13.4.1 幾 何 光 学	317
13.4.2 波 動 光 学	318
13.5 量 子 論	321
13.6 結 晶 構 造	323
13.6.1 X 線, 電子線の波長	323
13.6.2 X 線, 電子線の結晶による回折	324
13.6.3 X 線, 電子線の原子散乱因子	324
13.6.4 結晶による回折 X 線の強度	325
13.7 素粒子, 原子核, 放射線	325
13.7.1 素 粒 子	325

13.7.2 原 子 核	326
13.7.3 放 射 線	326

14. 物 理 図 表

14.1 黒体放射のエネルギー分布	328
14.2 固体の比熱のアインシュタイン近似およびデバイ近似	331
14.3 緩 和 曲 線	332
14.3.1 デバイ分散曲線	332
14.3.2 共振緩和曲線	333
14.3.3 磁気共振緩和曲線	335
14.4 ガウスの曲線とロレンツの曲線	338
14.5 ブリルアン関数, ランジュバン関数	340
14.6 $x=x_0 \exp(Q/kT)$ の図表	341

15. 数 学 公 式

15.1 ベクトル解析公式	344
15.1.1 ベクトルの積	344
15.1.2 ベクトルの微分など	344
15.1.3 ナブラ演算	344
15.1.4 特定関数のナブラ演算	344
15.1.5 $\nabla \cdot \nabla$, $\nabla \times \nabla$ 演算	345
15.1.6 ベクトル積分公式	345
15.2 ナブラ, ラプラス演算と円柱座標, 球座標	346
15.2.1 一 般 座 標	346
15.2.2 直角デカルト座標	346
15.2.3 円 柱 座 標	347
15.2.4 球 座 標	347
15.3 線素, 曲率, 切平面, 法線	348
15.4 二, 三, 四次方程式の解, $x^n=a$ の解	349
15.4.1 二次方程式の解	349

15.4.2 三次方程式の解	349
15.4.3 四次方程式の解	349
15.4.4 $x^n=a$ の 解	350
15.5 三角関数公式	350
15.6 双曲線関数公式	351
15.7 級数展開公式	351
15.8 e の定義式, スターリングの公式, その他	353
15.9 微 分 公 式	354
15.10 積 分 公 式	355
15.10.1 不定積分の基本的な公式	355
15.10.2 不定積分の一般の公式	356
15.11 定 積 分 表	362
15.12 行 列	366
15.12.1 行 列 の 定 義	366
15.12.2 転 置 行 列	366
15.12.3 複素共役行列	366
15.12.4 エルミート共役行列	366
15.12.5 エルミート行列	366
15.12.6 行 列 の 積	366
15.12.7 単 位 行 列	367
15.12.8 逆 行 列	367
15.12.9 ユニタリー行列	367
15.13 フーリエ積分	367
15.13.1 フーリエ変換	367
15.13.2 フーリエ積分公式	367
15.14 よく使われる特殊関数系	368
15.14.1 フーリエ級数	368
15.14.2 だ 円 関 数	369
15.14.3 ベッセル関数	370
15.14.4 球面調和関数	373

16. そ の 他

16.1 地 球	378
16.1.1 大 気 の 成 分	378
16.1.2 海水の化学成分	378
16.1.3 地殻の元素の割合	379
16.1.4 地震, 台風のエネルギー	379
16.1.5 太陽の輻射エネルギー	379
16.2 太陽系, 宇宙	380
16.2.1 太陽系に関すること	380
16.2.2 宇宙に関すること	380
16.3 ギリシャ文字の読み方, 書き方	383
16.4 ロシア文字の読み方, 書き方	384
16.5 印画紙の大きさ, 紙の大きさ	385
16.6 西暦と日本暦	385
索 引	387

