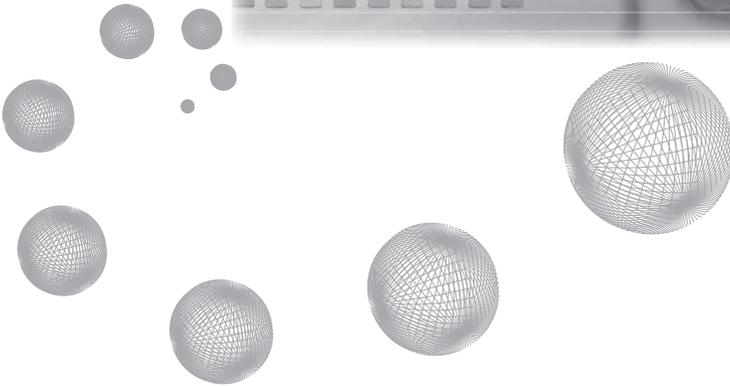
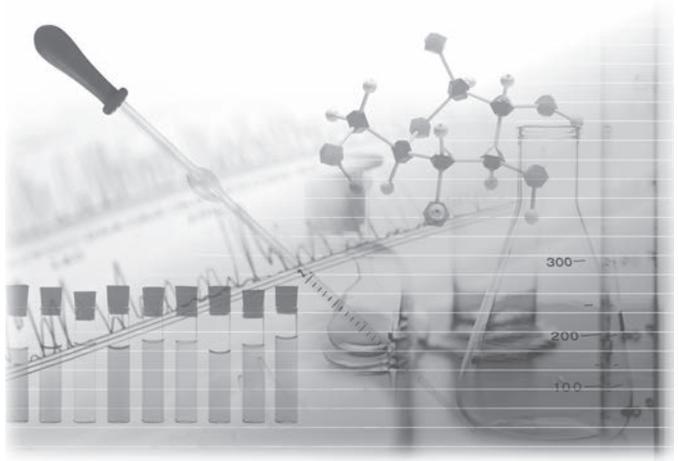


作業環境測定のための

分析概論



まえがき

作業環境測定士の業務の目的に沿って1976年以来、第1種および第2種作業環境測定士試験が施行されており、「分析に関する概論」は第1種と第2種試験の共通科目となっている。

試験の内容は分析化学の基礎となる基礎化学、濃度計算、前処理操作とそれに使われる器具、機器分析(光分析、クロマトグラフ分析、X線分析、電離放射線測定など)などかなり広範囲にわたっており、本書はその試験範囲に応じたテキストである。

本書は1994年に初版、1996年に改訂第2版が出版され、1998年に第3版を刊行することになった。これらの改訂は測定技術の進歩、関係法規の整備、および社会的な要請などに即応するために行われるものである。

第3版は、全体の構成においては従来の記述を踏襲しているが、内容は随所に手を加えた。特に第7章光分析は全般的に書き改められ、また第5章試料の捕集と前処理、第11章簡易測定法に関して、多くの必要な項目が記述されている。そのほか全般にわたり、作業環境測定の実際との関連が意識できるような内容を取り入れるように努めた。

前述のように、本書は受験参考書として、これから作業環境測定士をめざす方々を主な対象としているが、すでに資格を得られた方々の日常業務におけるハンドブックとしてもお役に立つものと期待している。

2006年6月

編集委員長 水町邦彦

第5版へのまえがき

本書は、作業環境測定士を目指す人が、受験科目の「分析に関する概論」の受験準備を行うための参考書として作成しているものであるが、その掲載内容は、作業環境測定士試験の試験範囲よりもやや広い範囲をカバーしたものとなっていた。

具体的には、試験範囲には入らないと思われる「試料の捕集と前処理」及び「簡易測定法」に関する記述が含まれていた。

これらは、作業環境測定における分析の実務上は必要なものであるが、受験準備のための参考書としての位置付けからは、本書の記述の範囲は「作業環境測定士規程」(厚生労働省告示)で規定されている試験範囲と厳密に一致させることが利用者の誤解を招かないと思われることから、今般、これらの記述を削除し、試験範囲に厳密に一致した内容のみの記述とした。

本書が、試験を受けようとする皆様に広く利用されるとともに、作業環境測定士の方々が分析の知識をより確実なものにするためにも利用されれば幸いである。

2018年2月

公益社団法人 日本作業環境測定協会

執筆者

水町 邦彦 (立教大学名誉教授)

清水 都夫 (上智大学名誉教授)

松村 芳美 ((公社)産業安全技術協会 TIIS フェロー)

神山 宣彦 ((独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所フェロー研究員)

山本 裕右 (駒澤大学名誉教授)

〈所属は2018年1月現在〉

目 次

第1章 基礎化学	水町邦彦	1
1.1 原子および分子		1
1.1.1 原 子		1
1.1.2 元素・単体		2
1.1.3 同 位 体		2
1.1.4 周 期 律		3
1.1.5 分子・イオン		3
1.2 物理量および単位		4
1.2.1 物 理 量		4
1.2.2 SI基本物理量とその単位		5
1.2.3 SI組立単位		6
1.2.4 SI接頭語, 10の累乗による数値の表現		7
1.2.5 非SI単位		8
1.3 いくつかの物理量について		9
1.3.1 原 子 量		9
1.3.2 分 子 量		10
1.3.3 モル質量		11
1.3.4 体 積		11
1.3.5 気 圧		11
1.3.6 濃 度		12
1.4 物質の状態とその特性		13
1.4.1 気 体		13
1.4.2 液 体		16
1.4.3 固 体		17

1.5	化学平衡	18
1.5.1	可逆反応	18
1.5.2	熱化学反応式	19
1.5.3	平衡定数	20
1.6	化学平衡各論	20
1.6.1	酸塩基平衡	20
1.6.2	pH	23
1.6.3	酸化還元平衡	24
1.6.4	錯体生成平衡	28
1.6.5	溶解平衡	33
1.6.6	相間の分配平衡	35
第2章	物質の性質と反応	清水都夫 39
2.1	無機化合物	39
2.1.1	非金属元素の単体とその化合物	39
2.1.2	典型金属元素の単体と化合物	47
2.1.3	遷移金属元素とその化合物	51
2.2	有機化合物	54
2.2.1	はじめに	54
2.2.2	有機化合物の分類	54
2.2.3	官能基の種類と性質	55
2.2.4	有機化合物の反応の分類	55
2.2.5	炭化水素	58
2.2.6	ハロゲン化合物とその反応	61
2.2.7	アルコール, フェノール, エーテル	61
2.2.8	アルデヒド, ケトン, キノン	63
2.2.9	カルボン酸およびその誘導体	64
2.2.10	C-N結合をもつ化合物	65
2.2.11	2種類以上の官能基を含む重要な化合物	66

2.2.12 複素環式化合物	66
第3章 基本的な器具・設備・試薬	松村芳美 69
3.1 器具・設備	69
3.1.1 天 秤	69
3.1.2 温 度 計	70
3.1.3 湿 度 計	72
3.1.4 真 空 計	73
3.1.5 気体の流量計	74
3.1.6 計量用ガラス器具	75
3.1.7 真空ポンプ	77
3.1.8 ボ ン ベ	79
3.1.9 水素発生装置	81
3.1.10 廃棄設備	81
3.1.11 その他の設備	81
3.2 試 薬	82
3.2.1 試薬の等級	82
3.2.2 酸と塩基	82
3.2.3 有機溶剤	82
3.2.4 精 製 水	82
第4章 分析における基礎知識	清水都夫 85
4.1 分析設計	85
4.1.1 試料についての認識	86
4.1.2 精度（ばらつき）と正確さ（かたより）	86
4.2 サンプリング	87
4.3 前 処 理	89
4.3.1 抽出，溶解および脱着	89
4.3.2 分 離	90

4.3.3	濃度調整	90
4.4	標準試料	90
4.4.1	標準試料の調製	91
4.4.2	検量線作成のための注意	93
4.5	検量法	94
4.5.1	検量線法	94
4.5.2	標準添加法	95
4.5.3	内標準法	96
4.5.4	検量法の適用範囲	96
4.6	分析値の整理	97
4.6.1	有効数字と計算規則	97
4.6.2	平均値	98
4.6.3	分散, 不偏分散, 標準偏差, 変動係数	99
4.6.4	分析値の表示	101
第5章	重量分析および容量分析	水町邦彦 103
5.1	重量分析	103
5.2	容量分析	105
5.2.1	酸塩基滴定	106
5.2.2	酸化還元滴定	108
5.2.3	キレート滴定	110
5.2.4	沈殿滴定	111
第6章	光分析	清水都夫 113
6.1	光分析の基礎	113
6.2	吸光光度分析	114
6.2.1	原理	116
6.2.2	装置の基本構成	118
6.2.3	定量分析	119

6.3	原子吸光分析	120
6.3.1	原理	121
6.3.2	装置の基本構成	121
6.3.3	定量分析	124
6.4	発光分析	125
6.4.1	原理	125
6.4.2	フレイム（炎光）発光分析	126
6.4.3	ICP 発光分析	126
6.4.4	装置の基本構成	126
6.4.5	定量分析	126
6.5	蛍光光度分析	松村芳美 126
6.5.1	原理	127
6.5.2	蛍光光度分析計	128
6.5.3	分析操作	129
第7章	X線分析	神山宣彦 131
7.1	X線の性質	131
7.1.1	X線スペクトル	131
7.1.2	特性X線	132
7.1.3	X線の回折	133
7.2	X線回折分析	133
7.2.1	原理	133
7.2.2	定性分析	138
7.2.3	定量分析	140
第8章	クロマトグラフ分析	清水都夫 145
8.1	クロマトグラフィーの原理	146
8.1.1	クロマトグラム	146
8.1.2	保持時間	147

8.1.3	理論段数	147
8.1.4	カラム効率	148
8.1.5	分離度	149
8.2	ガスクロマトグラフ分析	149
8.2.1	ガスクロマトグラフ	150
8.2.2	キャリアーガス	151
8.2.3	試料導入部	151
8.2.4	カラム	152
8.2.5	検出器	153
8.2.6	カラム槽	153
8.2.7	温度制御部	155
8.2.8	記録部	155
8.3	高速液体クロマトグラフ分析	155
8.3.1	液体クロマトグラフィーの種類	155
8.3.2	高速液体クロマトグラフ	158
8.3.3	溶離液槽	158
8.3.4	移動相	159
8.3.5	液送ポンプ	159
8.3.6	試料導入部	159
8.3.7	カラム	160
8.3.8	検出器	160
8.3.9	記録部	160
8.4	定性分析と定量分析	161
8.4.1	定性分析	161
8.4.2	定量分析	162
8.4.3	ピーク面積の求め方	162
8.4.4	面積百分率法	163
8.4.5	絶対検量線法	163
8.4.6	標準添加法	164

8.4.7 内標準法	164
第9章 電離放射線の測定	水町邦彦・山本裕右 165
9.1 電離放射線	165
9.2 壊変	166
9.3 半減期	168
9.4 放射線のエネルギー	170
9.5 放射線の測定	171
9.5.1 ガイガーミュラー計数管	171
9.5.2 シンチレーションカウンタ	171
9.5.3 半導体検出器	172
9.5.4 波高分析器	172
9.6 放射能, 計数率, 計数効率	174
9.7 バックグラウンド	174
9.8 標準偏差	175
9.9 環境試料中の放射能測定	176
第10章 練習問題	水町邦彦・清水都夫・松村芳美・山本裕右 177
付録1. 元素の周期表	199
付録2. 4桁の原子量表	200
さくいん	203

第1章 基礎化学

1.1 原子および分子

1.1.1 原子

化学で物質を対象とするとき、原子を基礎に考えることが多い。例えば物質の構造とは、原子が空間的にどのようにつながっているかということが要点の1つである。また反応とは原子のつながり具合いや組み合わせの変化と見なしうるし、反応式にもそのように表現されている。特に分析化学では、鉱物中の鉄の含量、水中の鉄の濃度などと分析結果を表現するが、これらは、存在する鉄原子の質量または原子の個数をもとに表現していることにほかならない。

原子は中心に原子核、その周囲に電子を持っている極めて微小な存在である。電子はマイナスの電荷を持ち、その電気量の絶対値は 1.6022×10^{-19} C(クーロン)である。この値は電気量の取りうる最小単位で、これより小さな電荷を持つ物質は現在のところ発見されていない。これを電気素量と呼び e で表す。

中性の原子は、周囲に存在する電子による総電荷(電子の個数を Z とすると $-Ze$ に等しい)と絶対値の等しい正の電荷を、中心の原子核が持っている。したがって原子核の電荷は Ze となるが、この Z をこの原子核をもつ原子の原子番号という。原子番号は、原子の性格を反映する最も重要な数値の1つである。

電子の質量は、 9.11×10^{-31} kg、また原子核の質量は、原子番号によって異なるが、最も軽い水素原子核の質量でも電子の約1840倍であり、したがって原子の質量のほとんどは原子核が受け持つ。一方、原子核の半径はせいぜい 10^{-14} m であるのに対し、そのまわりに存在する電子のために、原子としての半径は大体 $10^{-9} \sim 10^{-10}$ m である。つまり原子の質量は正電荷を持つ原子核が、ひろがり負電荷を持つ電子がそれぞれ受け持

つというのが、原子である。

水素原子核のことを陽子（プロトン）という。これ以外の原子核は、すべて特定の数の陽子と中性子とから成っている。中性子は、陽子とほぼ同じ質量をもつが、電荷をもたない中性の素粒子で、中性子と陽子が共に原子核の主要成分であることから、この両者をあわせて核子と呼ぶ。

1.1.2 元素・単体

化学元素ともいう。同じ原子番号をもつ原子の種類を元素という。つまり元素とはある意味での抽象的概念とみなされ、例えば金属元素、放射性元素のように総称として使うことが多い。これに対して1種類の元素から成る現実の物質を単体という。

単体は原子の集合体であってその種類によっていろいろな存在状態を示す。水素の単体は H_2 の2原子分子の形で存在するが、金属元素の1つである鉄の単体は鉄原子 Fe の集合体で、室温では固体結晶状態として存在し金属光沢を示す。加熱すると液体、気体と変化し、融点は 1803 K 、沸点は 3023 K である。一方、水素単体は室温では気体として存在する。水素の沸点は 20.28 K と極めて低い。

このように沸点、融点をはじめ密度、色などはすべて原子の集合状態としての単体の性質である。

1.1.3 同位体

原子核が有する陽子数と中性子数との和を、その原子の質量数という。同一の原子番号および同一の質量数を有する原子種のことを核種という。核種を明示するときには、質量数を元素記号の左上つき添字、原子番号を左下つき添字として示す。

例えば、質量数12の炭素原子 ($Z=6$) の核種は $^{12}_6\text{C}$ で表される。炭素の原子種には、このほか質量数13および14のものが知られており、これらはそれぞれ $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ と表される。 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ はすべて同一の原子種であるが、核種としては異なる。このような関係にある核種を、互いに同位体（または同位体核種）という。 ^1_1H と ^2_1H （重水素）、 $^{235}_{92}\text{U}$ と $^{238}_{92}\text{U}$ も同位体の関係にある。

1.1.4 周期律

原子番号の順に元素を並べると、元素によって示される原子、および単体の諸性質に一定の周期性が見られる。これを元素の周期律という。周期性を示す性質は、原子のイオン化エネルギー、大きさ、単体の沸点、融点、密度などの性質以外に、それがつくる化合物の諸性質など多種の現象にわたっている。

周期律に従って元素を系統的にまとめた表が周期表である。巻末付録1に長周期型周期表を示す。

1.1.5 分子・イオン

分子とは、原子が特定の立体的関係で結合した単位の粒子である。 Cl_2 、 O_3 (オゾン)、 P_4 (白リン) のように同一原子だけから成っている分子もある。有機化合物は、すべて分子状化合物である。これに対して、例えば、塩化ナトリウム NaCl は、化合物ではあるが分子ではない。固体 (結晶) 中では、単にナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- とが規則正しく積み重なっているにすぎない。またこれを水溶液にすると、 Na^+ と Cl^- がばらばらに水分子の中を泳ぎまわっているだけで、いずれの場合も NaCl という化学種は存在しない。エタノールを表す分子式は $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ であるが、塩化ナトリウムを NaCl と書くのは、その組成比を示すだけであり、分子式とはいえず、したがって単に化学式ということもある。

中性の原子または分子が、電子を失うとその分のプラスの電気を帯びる。また電子を受け取るとマイナスの電気を帯びる。これらの荷電粒子をイオンと名付け、その電荷によりそれぞれ陽イオン、陰イオンという。電子1個の出入りにより生ずるイオンを1価イオン、2個の出入りにより生ずるイオンを2価イオンと呼ぶ。水素イオン H^+ は1価陽イオン、硫酸イオン SO_4^{2-} は2価陰イオンである。

なお、原子、分子、イオンそれに電子などは、「物質を構成する要素として明示された単位となる粒子」として性格づけられている。これらの粒子の数を表す量の単位が「mol (モル)」である (p.5 参照)。

1.2 物理量および単位

1.2.1 物理量

物理量とは、自然界の物質と関連する量の総称で、速さ、体積、エネルギーなどがその例である。

さて、物理量を具体的に示すものは数値であり、逆に数値化されないものは物理量としては取り扱えない。また、物理量はほとんど例外なしに単位をもつ。この関係は次式で表される。

$$\text{物理量} = \text{数値} \times \text{単位}$$

例えば、ある部屋の横の長さが6 mということは、

$$\text{長さ} = 6 \times 1 \text{ m}$$

の意味である。さらにこの部屋の縦が4 m、天井の高さが3 mであったとすると、部屋の体積は次のように計算できる。

$$\text{体積} = 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = (6 \times 4 \times 3) \times (1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}) = 72 \text{ m}^3 \quad (1.1)$$

つまり単位は、数値と同じように掛け合わさなければならない。ここで新しく導かれた m^3 は体積の単位である。単位は積の形でなく商の形になることもある。ある物体が4秒間に60 m 進んだときに、その速度は次のように計算される。

$$\begin{aligned} \text{速度} &= \text{長さ} / \text{時間} = 60 \text{ m} / 4 \text{ s} \\ &= 15 \text{ m/s} (15 \text{ m s}^{-1} \text{とも書く}) \end{aligned} \quad (1.2)$$

ここでも速度の単位として m/s が導かれる。

物理量は、それに固有の名前と、それを式などの中で簡略に示すための記号を持っている。上記の例では、長さ、体積、時間、速度が名前である。記号としては名前の英語名に由来したアルファベットが主に使われる。

物理量の記号は必ずイタリック体（斜体）で示さなければならないと決められている。これに対して、単位は常にローマン体（立体）で示さなければならない。もう一度、前の例を使って説明しよう。

長さ(**length**)は l 、体積(**volume**)は V 、時間(**time**)は t 、速度(**velocity**)は v の記号がふつう使われる。ここで同じアルファベットについて大文字、小文字の使いわけがなされている。前の例において部屋の縦、横、天

井高の長さをそれぞれ l_1 , l_2 , l_3 とすると式 (1.1) は次のように表される。

$$V = l_1 \times l_2 \times l_3 = 72 \text{ m}^3 \quad (1.1)'$$

または式 (1.2) は,

$$v = l/t = 15 \text{ m s}^{-1} \quad (1.2)'$$

となる。単位の掛け算は単位記号の間にスペースを挿入するか、中黒記号 (·) を用いる。

1.2.2 SI 基本物理量とその単位

表 1.1 に示す 7 個の物理量を基本物理量と呼ぶ。

基本物理量の単位が基本単位であり、他の物理量の単位はすべてこれら 7 種の基本単位の組み合わせで表現できる。こうしてつくられた単位系を国際単位系 (SI) という。

基本物理量の 1 つである物質質量とは、「その物質を構成する要素として明示された単位となる粒子の数に比例する」と定義されている。このときの比例係数は、後に述べるアボガドロ定数の逆数であり、また物質質量の単位は mol (モルと呼ぶ) と決められている。「単位となる粒子」とは、原子、分子、イオン、電子またこれらの組み合わせである。

ひらたくいえば、水 (H_2O) 分子 6.02×10^{23} 個の代わりに、水分子 1 mol と呼ぶということである。われわれが通常取り扱っている水の量は、分子数で表すと莫大な数となるので、これをアボガドロ定数で割った mol 単

表 1.1 SI 基本物理量と基本単位

基本物理量	物理記号	基本単位の名称	基本単位の記号
長さ	l	メートル	m
質量	m	キログラム	kg
時間	t	秒	s
電流	I	アンペア	A
熱力学的温度	T	ケルビン	K
物質質量	n	モル	mol
光度	I_v	カンデラ	cd

さ く い ん

【E】
 ECD153, 154

【F】
 FID153, 154
 FPD153, 154

【G】
 GM 計数管171

【H】
 HPLC155

【I】
 ICDD138
 ICP 発光分析法120, 126

【K】
 K 吸収端136
 K_β 除去フィルター136

【P】
 pH23
 pH 指示薬107
 pH 領域107
 PID153, 154

【S】
 SI5
 SI 組立単位6

【T】
 TCD153, 154

【V】
 Van Deemter 式148

【X】
 X 線回折分析133
 X 線スペクトル131

X 線の回折133
 X 線の吸収135
 X 線の単色化136
 X 線粉末ディフラクトメーター法136

【あ】

α 壊変165, 166
 α 線165, 170, 171
 アスマン 通風 乾湿計73
 アボガドロ定数5, 9
 アミノ酸66
 アミン65
 アルカリ金属39, 47
 アルカリ土類金属39, 48
 アルカン58
 アルケン59
 アルコール61
 アルデヒド63
 アルミニウム50
 アレーン60
 アンモニア45
 亜鉛49

【い】

イオン交換クロマトグラフィー157
 イオン積23
 硫黄43
 一酸化炭素46
 一酸化窒素45
 移動相159

【え】

エーテル63
 エステル64
 エチレンジアミン30
 エチレンジアミン四酢酸31
 エリオクロムブラック T111
 液送ポンプ159
 液体クロマトグラフィー155
 液体シンチレーションカウンタ172, 176

塩化水銀	50
塩化水素	41
塩基	82
塩基性酸化物	43
塩素	41

【お】

オーム	6
オキソ酸	43
オゾン	42
オングストローム	8
温度計	70

【か】

γ線	165, 170, 171
カドミウム	49
カラム	145
カラム効率	148
カルボニトリル	64
カルボン酸	64
ガイガーミュラー計数管	171
ガスクロマトグラフ	150
ガスクロマトグラフ分析	149
ガスメーター	74
かたより	86
回折格子	129, 133
壊変	165
壊変定数	168
解離定数	22
核異性体転移	167
核子	2
核種	2, 165
過マンガン酸カリウム	52, 110
還元酸化法	123, 124
乾湿計	72
官能基	55

【き】

キセノンランプ	129
8-キノリノール	32, 37
キャリアーガス	151
キレート	29, 30
キレート滴定	110
希ガス	40

貴ガス	40
基準電極	27
基礎物理定数	9
気体	13
気体定数	9, 14
気体の状態式	14
基底標準吸収補正法	143
軌道電子捕獲	166
基本単位	5
基本物理量	5
逆相クロマトグラフィー	156
吸光光度分析	32, 114
吸着クロマトグラフィー	156
強塩基	22
強酸	22
強酸-弱塩基滴定	108
強電解質	22
記録部	150, 155
銀	53

【く】

グラジエント溶離法	156
グラスフィルター	104
クロマトグラフィー	145
クロマトグラム	146
クロム	51
クーロン	6
空間格子	133

【け】

ケイ素	47
ケトン	63
ゲル浸透クロマトグラフィー	157
蛍光光度分析	126
蛍光光度分析計	128
蛍光スペクトル	127, 129
計数効率	174
計数率	174
減圧弁	79
原子核	1
原子吸光分析	120
検出器	150, 153, 160
原子量	9
検量線	93

検量線法	94, 120, 124
検量法	94

【こ】

コバルト	52
ゴニオメーター	138
格子面	133
格子面間隔	133
高速液体クロマトグラフ	158
高速液体クロマトグラフ分析	155
光電子増倍管	128
固定相	145

【さ】

3強線	140
サンプリング	87
サンプルループ法	159
錯体	28
酸	82
酸アミド	64
酸塩基滴定	106
酸化亜鉛	49
酸化アルミニウム	50
酸解離定数	20
酸化還元滴定	108
酸化数	24
酸化鉄	52
酸化物	48
酸化マグネシウム	49
酸化マンガン	52
酸性酸化物	43
酸素	42

【し】

シアン化水素	47
ジュール	6
シンチレーションカウンタ	171
シンチレータ	171
質量吸収係数	135
質量数	2
質量濃度	12
質量モル濃度	12
自発核分裂	167
弱塩基	22

弱酸	22
弱酸-強塩基滴定	107
弱酸-弱塩基滴定	108
弱電解質	22
周期律	3
臭素	41
順相クロマトグラフィー	156
蒸気圧	16
硝酸	45
試料導入部	151, 159
真空計	73
真空中の光速	9
真空ポンプ	77

【す】

スズ	51
水銀	49
水酸化亜鉛	49
水酸化アルミニウム	50
水酸化物	48
水素イオン濃度	106, 107
水素電極	27
水素発生装置	81

【せ】

セルシウス温度	9
正確さ	86
精製水	82
生成定数	29
精度	86
石けん膜流量計	74
絶対検量線法	163
線吸収係数	135

【そ】

相対保持時間	147
--------	-----

【た】

対陰極	131
脱離反応	57
炭化ケイ素	47
炭化水素	58
炭酸カルシウム	49
炭酸ナトリウム	48

炭素	46	二硫化炭素	47
【ち】		【ね】	
置換反応	55	ネルンストの式	26
窒素	45	【は】	
窒素酸化物	45	パスカル	6
中空陰極ランプ	122	バックグラウンド	174
抽出	89	パーミエーションチューブ	92
中性子	2	ハロゲン	40, 56
中和滴定	106	ばらつき	86
直接定量法	142	配位	28
【て】		配位原子	28
ディフュージョンチューブ	92	配位子	28
デバイ・シェラー法	136	配位数	28
天秤	69	波高分析器	172
滴定曲線	107	発光分析法	125
鉄	52	半減期	168
電解質	17	半値幅法	162
添加法	142	半導体検出器	172
電気素量	9	【ひ】	
電子	1	ピーク幅	147
電磁波	113	ビュレット	76
電離放射線	165	非SI単位	8
【と】		光分析	113
糖	66	非電解質	17
銅	53	標準大気圧	8
同位体	2	標準添加法	95, 120, 124, 164
特性X線	131, 132	標準電極電位	26
【な】		標準偏差	99, 175
内標準法	96, 124, 141, 164	【ふ】	
鉛	51	フェノールフタレイン	107
【に】		フッ化水素	41
ニッケル	52, 53	フッ素	41
ニトロ化合物	65	ブラッグの法則	135
ニュートン	6	ブランク定数	9, 114
二クロム酸カリウム	51, 109	フレーム(炎光)発光分析法	126
二酸化硫黄	44	フレーム法	123
二酸化ケイ素	41, 47	フレームレス法	123
二酸化炭素	46	付加反応	55
二酸化窒素	45	不偏分散	99
		分圧	15

分散	99	メスフラスコ	76
分子量	10	メチルオレンジ	107
分配係数	36	メチルレッド	107
分配定数	146	面積百分率法	163
分配平衡	35		
粉末法	136	【も】	
分離	90	モノクロメーター	136
分離管 (カラム)	145	モル	3
分離度	149	モル吸光係数	118
		モル質量	11
【へ】		モル濃度	12
β^+ 壊変	165, 166	モル分率	15
β^- 壊変	165, 166		
β 壊変	165, 167	【ゆ】	
β 線	165, 170, 171	有効数字	97
ベクレル	174	誘導結合プラズマ発光分析法	120
ヘルツ	6		
ベールの法則	117	【よ】	
ヘンリーの法則	15	ヨウ素	42
平均値	98	溶解度	15, 18, 32, 33, 34, 35, 36
平衡定数	20	溶解度積	33, 34, 35
変動係数	99	陽子	2
		溶存酸素	130
【ほ】		溶離液	145
ホールピペット	76	溶離液槽	158
ボンベ	79		
崩壊	165	【ら】	
放射性壊変	165	ラマン線	130
放射性同位元素	165	ランベルトの法則	116
放射能	165	ランベルト・ベールの法則	117, 119, 121
保持時間	147		
		【り】	
【ま】		リン	46
マイクロシリンジ	77	リン酸	46
マトリックス	136	理想気体	9, 14
マンオメーター	73	硫化カドミウム	50
マンガン	51	硫化水素	44
		硫酸	44
【み】		硫酸カルシウム	49
ミラー指数	134	硫酸銅	53
		粒子数濃度	12
【め】		両性酸化物	43
メスシリンダー	76	理論段数	147
メスピペット	76		

	【れ】	連続X線	131
励起スペクトル	127	【ろ】	
励起電圧	132	ロータメータ	75