

CODATA の活動

山内 繁*

CODATA (Committee on Data for Science and Technology) すなわち科学技術データ委員会はその名称が広く知られるようになった割にはその活動に関してはかならずしも周知徹底していないのが現状であろう。

CODATA の活動において熱測定、熱力学データの分野の占める役割を考えると、本学会会員の研究活動にも CODATA の活動は大いに有用であると思われる。既に国内むけの CODATA の紹介は CODATA 国内委員会の主要メンバーによってなされており、^{1)~3)} それらと重複する部分もあるが、はじめて CODATA の名称を聞く方がいられると思うのでその設立より紹介することとする。

1. CODATA の設立と目的

CODATA は組織的には国際学術連合会議 (ICSU, International Council of Scientific Unions) に直属する特別委員会である。ICSU とは IUPAC, IUPAP などの国際学術団体を会員とする上部組織であって、UNESCO の非政府機関メンバーとしての活動を行っている。

CODATA の設立に先立って、IUPAC の物理化学部に Commission on Physicochemical Data and Standards があり、物理化学データ活動の国際的連絡にあたっていた。これを強化拡充する必要性よりデータ活動の国際的連絡強化が提言され、データ活動の促進および国際的連絡のための任務を ICSU が引受けるべきであるとの決議が 1964 年 ICSU 理事会でなされた。2 年間の検討を経て 1966 年ボンペイで開かれた ICSU 総会において CODATA の設立が決議され、同時に正式略称として CODATA の名称が用いられることとなった。

CODATA の目的とするところは、一言でいえば「全世界における科学技術データの評価、収集、流通を促進しこの分野での国際協力を促進する」点にある。これをより具体化したものとして前理事長の Vador 教授はすべての分野に共通の問題として以下の 7 点を挙げている。⁴⁾

- (1) データの質を向上させるための概念、方法の評価
- (2) データに対する別の分野のユーザーからの要求を明らかにすること

- (3) 基礎定数、推奨すべき単位等定量データに必要な共通の基準の提供
- (4) 電算機等情報処理の経験の交流
- (5) Compendium, News Letter, Bulletin 等の出版によるデータ活動に関する情報の周知
- (6) CODATA 国際会議等によるすべての分野の経験の交流
- (7) 世界工学機関連合 (WFEO) 等 ICSU に加盟していない組織との協力

CODATA の目的はこのように定量データを対象としているが、設立当初はその経緯より推察されるように測定の場合と時間とに依存せず、かつ再現可能な物理および化学におけるデータのみを対象としていた。その後、IUGS, IUBS 等の要望もあって、1971 年より地質データ、環境データ、生態学データのように場所、時間に依存するデータをもその対象とすることとなっている。

2. CODATA の組織と活動

CODATA の会員はこれに賛同する国と学術連合である。正式加盟国は設立当初米国、英国、ソ連、フランス、西独、日本の 6 ヶ国であったが、その後、オーストラリア、カナダ、東独、インド、イスラエル、イタリア、オランダ、ポーランド、スウェーデン、スイスを加えて合計 16 ヶ国であり、それぞれ分担金を負担している。

国際的学術連合としては、設立当初は純正応用化学 (IUPAC)、純正応用物理 (IUPAP)、結晶学 (IUCr) 理論応用力学 (IUTAM) の 4 学術団体であったが、その後天文学 (IAU)、地理学 (IGU)、測地学および地球物理学 (IUGG)、地質科学 (IUGS)、生物学 (IUBS)、純正応用生物物理学 (IUPAB)、栄養科学 (IUNS) が加入した。その他、高圧科学技術 (AIRAPT) および蒸気 (IAPS) の 2 学術連合が準会員として加盟している。

CODATA の運営は、理事会、総会、事務局によって行われている。理事会は 11 名の委員より構成されており、わが国からは 1966~72 年の間小谷正雄教授が理事をつとめられ、72 年よりは島内武彦教授が理事をつとめられている。

CODATA の設立当初は Rossini 教授が理事長、事務局

* 東京大学工学部工業化学教室：東京都文京区本郷 7-3-1
Shigeru Yamauchi: Department of Engineering Chemistry, Faculty of Engineering, The University of Tokyo.

長に Waddington 博士が就任し、当初事務局は Waddington 博士の National Academy of Science (Washington, D.C.) 内におかれた。1968 年 Schäffer 教授の事務局長就任とともに事務局はフランクフルトに移転、1973 年よりはパリにおかれている。

事務局の任務としては、CODATA 刊行物の刊行の他 CODATA 国際会議の開催がある。この国際会議は 2 年に 1 回開かれ、データの生産、収集、評価、流通に関する問題点が討議される。第 1 回は西ドイツ、第 2 回はイギリス、第 3 回はフランス、第 4 回は昨年ソ連で開催された。

CODATA の組織としてはこの他に常設の作業分科会をもっており、アクティブな活動の行われているのが特色である。この作業分科会の円滑な活動の支援も事務局の任務となっている。

加盟各国にはそれぞれ CODATA 国内委員会が設置され、各国におけるデータ活動の促進、国際交流の窓口の役割を果たしている。

3. CODATA 日本国内委員会

日本における国内委員会は学術会議の学術情報研究連絡委員会（委員長、小谷正雄教授）に属するデータ情報分科会（委員長、益子洋一郎博士）が行っており、学術会議が分担金を支払っている。この委員会の事務局は、学術会議の図書課国際地球観測資料室が引受けている。

国内委員会の仕事としてはデータ評価集成活動、流通利用体制の確立のために政府、学協会に働きかけるとともに、現在自発的に行われている国内におけるデータ活動に関する情報の集成も行っている。事務局によれば未だ事務局との接触のない自発的なデータ活動もあると思われるので、この種の調査には研究者の側からの積極的な協力を要望するとのことである。

4. CODATA 刊行物

データの収集、評価に直接はたずさわっていない一般ユーザーにとって CODATA の活動を知るとともにその恩恵をこうむるのはもっぱら CODATA より刊行物によっている。これら刊行物は非常に有益かつ有用であるに拘らずわが国におけるサーキュレーションはあまり良いとはいえない。たとえば CODATA News Letter の登録購読者は国内においては約 70 名程度である。

(i) CODATA Compendium

しばしば CODATA Compendium と略称される International Compendium of Numerical Data Projects⁵⁾ は CODATA 本部事務局の初期の事業として重要である。

これは世界中における数値データの収集、評価のプロジェクトとそれらの成果として刊行されたデータ集を網羅し、使用に便利ように分類したものである。現在、この種のものとしては最も新しくかつ信頼し得るものであり、データ集の手引としても有用であるのみならず、各国におけるデータ活動を知り得るものである。収録されたデータプロジェクトはハンドブック類を除いて 137 件に上り、そのうち熱測定、熱力学関係は 31 件を占めている。なおこの書籍の価格は \$ 20.00 である。

当初の計画では随時改訂版を発行し、up-to-date に努めることにしていたが、本年より Bulletin が拡充されることになったのに伴い、この機能は Bulletin に委せられることとなった。

(ii) CODATA News Letter

News Letter は不定期刊行物であって、現在、No. 13 まだが CODATA 日本国内委員会事務局を経て国内に配布されている。主要な内容は CODATA の活動の広報、世界各国におけるデータの収集活動の紹介、データ活動に関する論説等である。しかし、一般ユーザーにとって最も有用であるのはデータ集の出版紹介の記事である。筆者は、東京大学熱力学データセンターの運営に関与してきたが、その経験よりすれば熱力学のデータ集の収集には News Letter と Bulletin of Thermodynamics and Thermochemistry とに目を通してればまず十分な情報が得られると考えている。

News Letter は CODATA 本部に申し込めば無料配布を受けられることになっているが、わが国においては、国内委員会事務局に申し込むことになっている。配布希望者は下記に申しこめばよい。

〒106 東京都港区六本木 7-22-34

日本学術会議事務局図書課 国際地球観測資料室

(iii) CODATA Bulletin

Bulletin には CODATA 作業分科会の報告が掲載されてきており、各号の内容は表 1 に示したようになっていた。昨年までは News Letter と同様に無料配布が受けられたのであるが、1974 年の総会において Bulletin の拡充が決定され、同時に有料配布となった。この結果作業部会の報告の他、CODATA 国際会議のプロシーディング、データ集の書評、データ評価の方法論に関する論文、データセンター、データ活動に関する記事をも含めることとなった。さらに、Compendium を up-to-date なものとする機能をも Bulletin にもたせることとなり、これらの記事も掲載されることとなった。この結果、Compendium の改訂版の発行は行われないこととなった。

このような変更に伴い、国内委員会事務局では、日本における配布手段として委託販売を行う書店を現在交渉中であるが、本部事務局に直接申し込んでも良いことになっている。購読料は 1975 年度に関しては institutional subscription で \$ 20.00, personal subscription で \$ 8.00 である。申し込み先は下記であるが、相当額の

小切手を同封する必要がある。

CODATA Secretariat

51 Boulevard de Montmorency

75016 Paris, France

CODATA よりの出版物としては以上あげたものの他に第 3 回 CODATA 国際会議のプロシーディングがある⁹⁾

表 1 Bulletin の内容

- No. 1 (Oct. 1969), 12 pp, *Automated Information Handling in Data Centers*
(Report of the CODATA Task Group on Computer Use, June 1969), superseded by Bulletin No. 4.
- No. 2 (Nov. 1970), 6 pp, *Tentative Set of Key Values for Thermodynamics - Part I*
(Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics, Oct. 1970), superseded by Bulletin No. 5.
- No. 3 (Dec. 1971), 28 pp, *A Catalog of Compilation and Data Evaluation Activities in Chemical Kinetics, Photochemistry and Radiation Chemistry*
(Report of the CODATA Task Group on Data for Chemical Kinetics, Sept. 1971).
- No. 4 (Dec. 1971), 12 pp, *Automated Information Handling in Data Centers*
2nd Edition (Report of the CODATA Task Group on Computer Use, Nov. 1971).
- No. 5 (Dec. 1971), 6 pp, *Final Set of Key Values for Thermodynamics - Part I*
(Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics, Nov. 1971), superseded by Bulletin No. 10.
- No. 6 (Dec. 1971), 8 pp, *Tentative Set of Key Values for Thermodynamics - Part II*
(Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics, Nov. 1971), superseded by Bulletin No. 10.
- No. 7 (Aug. 1972) 4 pp, *Tentative Set of Key Values for Thermodynamics - Part III*
(Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics, June 1972), superseded by Bulletin No. 10.
- No. 8 (Dec. 1972), 32 pp, *Geological Data Files: Survey of International Activity*
(Report of COGEO DATA, Committee on Storage, Automatic Processing and Retrieval of Geological Data of the International Union of Geological Sciences (IUGS)).
- No. 9 (Dec. 1973), 6 pp, *Guide for the Presentation in the Primary Literature of Numerical Data Derived from Experiments*
(Report of the CODATA Task Group on Publication of Data in the Primary Literature, Sept. 1973).
- No. 10 (Dec. 1973), 12 pp, *CODATA Recommended Key Values for Thermodynamics, 1973*
(Report of the CODATA Task Group on Key Values for Thermodynamics, Nov. 1973).
- No. 11 (Dec. 1973), 8 pp, *Recommended Consistent Values of the Fundamental Physical Constants, 1973*
(Report of the CODATA Task Group on Fundamental Constants, August 1973).
- No. 12 (Sept. 1974), 12 pp, *Energy Data Accessing and/or Retrieval*
(Report on Data Tagging, compiled by a Panel of Experts at the Energy R&D Data Workshop held at Gaithersburg, Md., May 6-7, 1974).
- No. 13 (Dec. 74), 8 pp, *The Presentation of Chemical Kinetics Data in the Primary Literature*
(Report of the CODATA Task Group on Data for Chemical Kinetics)

5. CODATA 作業分科会

CODATA の大きい特色は作業分科会 (Task Group) が活発な活動を行っており、CODATA の主要な活動としての位置を占めている点にある。これらの活動の成果は表 1 に示した Bulletin に報告されている。

(i) Task Group on Key Values for Thermodynamics

熱力学データの測定、評価、利用にあたって基礎となる化合物の 298.15 K における熱力学データをできるかぎり信頼性あるデータセットとして作る作業に従事している。委員長は現在 J. D. Cox 博士がつとめている。表 1 に示したように数回の中間報告を行っており、その内容は本学会会員の参考となるところが大であると思われるので、最近の推奨値を表 2 に示す。

表 2 は Bulletin No. 10 (1973) 所載の 55 の化合物についての表であって、本作業分科会として最も信頼すべき数値として推奨しているものであり、数回の中間報告

を経て世界中よりのコメントを考慮して訂正した数値である。またこれは IUPAC 熱力学および熱化学委員会の承認を得たものである。この表の基本定数としては以下のものを用いている。

$$\text{気体定数 } R = (8.314\ 33 \pm 0.012\ 0) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

波数エネルギー換算定数

$$= (0.199\ 625\ 6 \pm 0.000\ 010\ 7) \text{ J m mol}^{-1}$$

原子量は 1970 年 IUPAC 原子量委員会の値を採用し、同位体元素の天然存在比に対するものであって、核スピンの寄与は無視してある。信頼限度は 95% 信頼度における不確定性である。

表 2 における標準状態は結晶固体および液体については 101 325 Pa における純粋物質であり、気体の標準状態は 101 325 Pa における理想気体である。水溶液中の溶質に関しては単位活動度における仮想的な標準状態にとってある。電解質水溶液についての量は各イオンに関する量の和としてとられている。

この表の基本単位は Joule であり熱化学カロリーへの換算は 4.184 で割り算することによって得られる。この

表は現在ひきつづき検討，改訂作業が進行中で，本年中に 75 種の化合物の表に拡張して公表される予定である。

(ii) Task Group on Fundamental Constants

基本物理定数の信頼ある，かつ内部矛盾のないデータセットを作成するために設けられた作業分科会で，E.R. Cox 博士を委員長とし，わが国からは元工業技術院計量研究所長山本健太郎博士が 1973 年まで委員をつとめられた。

本作業分科会の成果は Bulletin No. 11 (1973) に 47 種の基本定数の推奨値として公表された。これを表 3 に示す。この値はエネルギー単位の換算に関する基本定数とともに化学便覧，改訂 2 版（基礎篇）（1975）にも収録されている。

(iii) Task Group for Chemical Kinetics

化学反応速度のデータの収集，評価に関する作業分科会であって，S. W. Benson 博士を委員長とし，わが国からは故小泉正夫教授が，また IUPAC 代表として玉虫恰太博士が参加している。反応速度データの収集，評価活動の成果が Bulletin No. 3 に，一次資料における反応速度データの発表手続に関する報告が Bulletin No. 13 に公表されている。

(iv) Task Group on Presentation of Data in the Primary Literature

E. F. Westrum 教授を委員長とし，実験データを一次資料に公表する際の指針を作成した。これは熱測定研究会ニューズレター 1971 年別冊として日本語版の発表された IUPAC 熱力学および熱化学委員会による熱力学データの発表手続に関する指針の CODATA 版とも云えるものであって，内容的にはあらゆる分野に共通な基本的原則を述べてある。

(v) Task Group on Computer Use

データ活動における電算機の利用に関する作業分科会であって，現在の部会長は O. Kennard 博士である。わが国からは木沢誠教授が参加されている。

(vi) Task Group on Accessibility and Dissemination of Data

小谷正雄教授を委員長とする作業部会であって，データの流通，利用に関する調査を主要な任務としている。1974 年にはデータの流通，利用に関する報告書をユニスコに呈出した。

(vii) Task Group on Transport Properties

拡散係数，熱伝導度等固体中の輸送現象の数値データに関する作業分科会であって，Y. S. Touloukian 教授が委員長をつとめている。

(viii) ICSU AB/CODATA Joint Working Group

データセンターと抄録，索引サービスとの間に相互に関係する問題を検討し，協力をすすめるために設立された作業分科会であって，ICSU AB (Abstracting Board) との合同分科会となっている。

(ix) Joint WFEO/CODATA Working Group on Engineering Data

工学データの一次資料における発表方法の改善，分類と評価の方法等に関する討議を WFEO との間で行っている。

6. おわりに

以上が CODATA の活動の概略である。筆者自身は CODATA の活動に直接参加している訳ではなく，一般ユーザーとして関心をもっているにすぎないので，CODATA の紹介を行うにかならずしも適任ではない。しかし，責任のない第三者としての紹介記事も，かならずしも無意味ではなさそうであるし，CODATA の活動に本学会の会員諸賢が関心を持ていただくための一助にとも思い，あえてお引き受けした次第である。このような次第であるから，誤りあるいは不正確な点もあると思うが，御指摘いただければ幸いである。

最後に，本稿をまとめるにあたって種々御教示いただいた学術会議図書課吉岡千里氏に感謝する。

文 献

1. 島内武彦，益子洋一郎，「科学データ，活用と検索」P. 1，小谷正雄編，日本ドキュメンテーション協会，1974
2. 益子洋一郎 情報管理 17，806 (1975)
3. 科学技術データ活動の促進に関する懇談会，学術月報 28，156 (1975)
4. CODATA News letter, No. 7, (1971)
5. International Compendium of Numerical Data Projects ICSU / CODATA, Springer, Berlin, 1969
6. Third International CODATA Conference : Le Creusot, France, 26-30 June, 1972, CODATA, Frankfurt Main, FRG, 1973 100 pp, DM 30.- (\$12.00)

(表 2，表 3 を次に掲げる)

表2 CODATA Recommended Key Values for Thermodynamics, 1973

Substance	State	$\Delta H_f^\circ(298.15 \text{ K})$ kJ mol ⁻¹	$S^\circ(298.15 \text{ K})$ J K ⁻¹ mol ⁻¹	$H^\circ(298.15 \text{ K}) - H^\circ(0)$ kJ mol ⁻¹
O	g	249.17 ± 0.10	160.946 ± 0.020	6.728 ± 0.003
O ₂	g	0	205.037 ± 0.033	8.682 ± 0.004
H	g	217.997 ± 0.006	114.604 ± 0.015	6.197 ± 0.002
H ⁺	aq	0	0	—
H ₂	g	0	130.570 ± 0.033	8.468 ± 0.003
OH ⁻	aq	-230.025 ± 0.045	-10.71 ± 0.20	—
H ₂ O	l	-285.830 ± 0.042	69.950 ± 0.080	13.293 ± 0.021
H ₂ O	g	-241.814 ± 0.042	188.724 ± 0.040	9.908 ± 0.008
He	g	0	126.039 ± 0.012	6.197 ± 0.002
Ne	g	0	146.214 ± 0.016	6.197 ± 0.002
Ar	g	0	154.732 ± 0.020	6.197 ± 0.002
Kr	g	0	163.971 ± 0.020	6.197 ± 0.002
Xe	g	0	169.573 ± 0.020	6.197 ± 0.002
Cl	g	121.290 ± 0.008	165.076 ± 0.020	6.272 ± 0.003
Cl ⁻	aq	-167.080 ± 0.088	56.73 ± 0.16	—
Cl ₂	g	0	222.965 ± 0.040	9.180 ± 0.008
HCl	g	-92.31 ± 0.13	186.786 ± 0.033	8.640 ± 0.004
Br	g	111.86 ± 0.12	174.904 ± 0.020	6.197 ± 0.002
Br ⁻	aq	-121.50 ± 0.15	82.84 ± 0.20	—
Br ₂	l	0	152.210 ± 0.040	24.52 ± 0.13
Br ₂	g	30.91 ± 0.11	245.350 ± 0.054	9.724 ± 0.012
HBr	g	-36.38 ± 0.17	198.585 ± 0.033	8.648 ± 0.004
I	g	106.762 ± 0.040	180.673 ± 0.020	6.197 ± 0.002
I ⁻	aq	-56.90 ± 0.84	106.70 ± 0.20	—
I ₂	c	0	116.139 ± 0.080	13.196 ± 0.040
I ₂	g	62.421 ± 0.080	260.567 ± 0.063	10.117 ± 0.021
HI	g	26.36 ± 0.80	206.480 ± 0.040	8.657 ± 0.006
S	g	276.98 ± 0.25	167.715 ± 0.035	6.657 ± 0.004
S ₂	g	128.49 ± 0.30	228.055 ± 0.050	9.088 ± 0.008
SO ₂	g	-296.81 ± 0.20	248.11 ± 0.06	10.548 ± 0.013
N	g	472.68 ± 0.40	153.189 ± 0.020	6.197 ± 0.002
N ₂	g	0	191.502 ± 0.025	8.669 ± 0.003
NO ₃ ⁻	aq	—	146.94 ± 0.85	—
NH ₃	g	-45.94 ± 0.35	192.67 ± 0.08	10.046 ± 0.008
NH ₄ ⁺	aq	-133.26 ± 0.25	111.17 ± 0.75	—
C	c	0	5.74 ± 0.12	1.050 ± 0.020
C	g	716.67 ± 0.44	157.988 ± 0.020	6.535 ± 0.006
CO	g	-110.53 ± 0.17	197.556 ± 0.032	8.673 ± 0.008
CO ₂	g	-393.51 ± 0.13	213.677 ± 0.040	9.364 ± 0.008
Zn	c	0	41.63 ± 0.13	5.657 ± 0.020
Zn	g	130.42 ± 0.20	160.875 ± 0.025	6.197 ± 0.004
Ag	c	0	42.55 ± 0.21	5.745 ± 0.020
Ag	g	284.9 ± 0.8	172.883 ± 0.025	6.197 ± 0.004
Ag ⁺	aq	105.750 ± 0.085	73.38 ± 0.40	—
AgCl	c	-127.070 ± 0.085	96.23 ± 0.20	12.033 ± 0.040
Li	c	0	29.12 ± 0.20	4.632 ± 0.040
Li ⁺	aq	-278.455 ± 0.090	11.30 ± 0.35	—
Na	c	0	51.30 ± 0.20	6.460 ± 0.020
Na ⁺	aq	-240.300 ± 0.065	58.41 ± 0.20	—
K	c	0	64.68 ± 0.20	7.088 ± 0.020
K ⁺	aq	-252.17 ± 0.10	101.04 ± 0.25	—
Rb	c	0	76.78 ± 0.30	7.489 ± 0.020
Rb ⁺	aq	-251.12 ± 0.13	120.46 ± 0.40	—
Cs	c	0	85.23 ± 0.40	7.711 ± 0.020
Cs ⁺	aq	-258.04 ± 0.13	132.84 ± 0.40	—

表3 Recommended Consistent Values of the Fundamental Constants

Quantity	Symbol	Value	Uncertainty (ppm)
1. Permeability of Vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ $= 12.5663706144 \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$	
2. Speed of Light in Vacuum	c	$299792458(1.2) \text{ m s}^{-1}$	0.004
3. Permittivity of Vacuum	$\epsilon_0 = (\mu_0 c^2)^{-1}$	$8.85418782(7) \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$	0.008
4. Fine Structure Constant, $\mu_0 c e^2 / 2h$	α	$0.0072973506(60)$	0.82
5. Elementary Charge	e	$1.6021892(46) \times 10^{-19} \text{ C}$	2.9
6. Planck Constant	h	$6.626176(36) \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}$	5.4
	$h = h/2\pi$	$1.0545887(57) \times 10^{-34} \text{ J s}$	5.4
7. Avogadro Constant	N_A	$6.022045(31) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	5.1
8. Atomic Mass Unit	$1 \text{ u} = (10^{-3} \text{ kg mol}^{-1})/N_A$	$1.6605655(86) \times 10^{-27} \text{ kg}$	5.1
9. Electron Rest Mass	m_e	$0.9109534(47) \times 10^{-30} \text{ kg}$	5.1
		$5.4858026(21) \times 10^{-4} \text{ u}$	0.38
10. Muon Rest Mass	m_μ	$1.883566(11) \times 10^{-28} \text{ kg}$	5.6
		$0.11342920(26) \text{ u}$	2.3
11. Proton Rest Mass	m_p	$1.6726485(86) \times 10^{-27} \text{ kg}$	5.1
		$1.007276470(11) \text{ u}$	0.011
12. Neutron Rest Mass	m_n	$1.6749543(86) \times 10^{-27} \text{ kg}$	5.1
		$1.008665012(37) \text{ u}$	0.037
13. Ratio, Proton Mass to Electron Mass	m_p/m_e	1836.15152(70)	0.38
14. Ratio, Muon Mass to Electron Mass	m_μ/m_e	206.76865(47)	2.3
15. Specific Electron Charge	e/m_e	$1.7588047(49) \times 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$	2.8
16. Faraday Constant	$F = N_A e$	$9.648456(27) \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$	2.8
17. Magnetic Flux Quantum	$\Phi_0 = h/2e$	$2.0678506(54) \times 10^{-15} \text{ Wb}$	2.6
	h/e	$4.135701(11) \times 10^{-15} \text{ J Hz}^{-1} \text{ C}^{-1}$	2.6
18. Josephson Frequency-Voltage Ratio	$2e/h$	$483.5939(13) \text{ THz V}^{-1}$	2.6
19. Quantum of Circulation	$h/2m_e$	$3.6369455(60) \times 10^{-4} \text{ J Hz}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	1.6
	h/m_e	$7.273891(12) \times 10^{-4} \text{ J Hz}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	1.6
20. Rydberg Constant	R_∞	$1.097373177(83) \times 10^7 \text{ m}^{-1}$	0.075
21. Bohr Radius	$a_0 = \alpha/4\pi R_\infty$	$0.52917706(44) \times 10^{-10} \text{ m}$	0.82
22. Electron Compton Wavelength	$\lambda_C = \alpha^2/2R_\infty$	$2.4263089(40) \times 10^{-12} \text{ m}$	1.6
	$\tilde{\lambda}_C = \lambda_C/2\pi = \alpha a_0$	$3.8615905(64) \times 10^{-13} \text{ m}$	1.6
23. Classical Electron Radius	$r_e = \mu_0 e^2/4\pi m_e = \alpha \tilde{\lambda}_C$	$2.8179380(70) \times 10^{-15} \text{ m}$	2.5
24. Electron g -Factor	$\frac{1}{2} g_e = \mu_e/\mu_B$	1.0011596567(35)	0.0035
25. Muon g -Factor	$\frac{1}{2} g_\mu$	1.00116616(31)	0.31
26. Proton Moment in Nuclear Magnetons	μ_p/μ_N	2.7928456(11)	0.38
27. Bohr Magnetron	$\mu_B = e\hbar/2m_e$	$9.274078(36) \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$	3.9
28. Nuclear Magnetron	$\mu_N = e\hbar/2m_p$	$5.050824(20) \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$	3.9
29. Electron Magnetic Moment	μ_e	$9.284832(36) \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$	3.9
30. Proton Magnetic Moment	μ_p	$1.4106171(55) \times 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$	3.9
31. Proton Magnetic Moment in Bohr Magnetons	μ_p/μ_B	$1.521032209(16) \times 10^{-3}$	0.011
32. Ratio, Electron to Proton Magnetic Moments	μ_e/μ_p	658.2106880(66)	0.010
33. Ratio, Muon Moment to Proton Moment	μ_μ/μ_p	3.1833402(72)	2.3
34. Muon Magnetic Moment	μ_μ	$4.490474(18) \times 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$	3.9
35. Proton Gyromagnetic Ratio	γ_p	$2.6751987(75) \times 10^8 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$	2.8
36. Diamagnetic Shielding Factor, Spherical H ₂ O Sample	$1 + \sigma(\text{H}_2\text{O})$	1.000025637(67)	0.067
37. Proton Gyromagnetic Ratio, (Uncorrected)	γ_p'	$2.6751301(75) \times 10^8 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$	2.8
	$\gamma_p'/2\pi$	42.57602(12) MHz T ⁻¹	2.8
38. Proton Moment in Nuclear Magnetons (Uncorrected)	μ_p'/μ_N	2.7927740(11)	0.38
39. Proton Compton Wavelength	$\lambda_{C,p} = h/m_p c$	$1.3214099(22) \times 10^{-15} \text{ m}$	1.7
	$\tilde{\lambda}_{C,p} = \lambda_{C,p}/2\pi$	$2.1030892(36) \times 10^{-16} \text{ m}$	1.7
40. Neutron Compton Wavelength	$\lambda_{C,n} = h/m_n c$	$1.3195909(22) \times 10^{-15} \text{ m}$	1.7
	$\tilde{\lambda}_{C,n} = \lambda_{C,n}/2\pi$	$2.1001941(35) \times 10^{-16} \text{ m}$	1.7
41. Molar Gas Constant	R	$8.31441(26) \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	31
42. Molar Volume, Ideal Gas ($T_0 = 273.15 \text{ K}$, $p_0 = 1 \text{ atm}$)	$V_m = R T_0/p_0$	$0.02241383(70) \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$	31
43. Boltzmann Constant	$k = R/N_A$	$1.380662(44) \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	32
44. Stefan-Boltzmann Constant	$\sigma = (\pi^2/60) k^4/\hbar^3 c^2$	$5.67032(71) \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$	125
45. First Radiation Constant	$c_1 = 2\pi \hbar c^2$	$3.741832(20) \times 10^{-16} \text{ W m}^2$	5.4
46. Second Radiation Constant	$c_2 = \hbar c/k$	$0.01438786(45) \text{ m K}$	31
47. Gravitational Constant	G	$6.6720(41) \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	615