

国际法制计量组织推荐

国际酒精表

中国计量科学研究院

肖德芝 易本忠 编译

计 量 出 版 社

国际法制计量组织推荐

国际酒精表

中国计量科学研究院

肖德芝 易本忠 编译

计量出版社

1985·北京

内 容 提 要

本书列出了国际法制计量组织(OIML)制定和推荐的八个酒精浓度、温度($-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$)和密度之间换算表,并对这八个表的编制过程、基本公式的由来等也作了简单的介绍。同时介绍有关酒精浓度的基本概念及其测量方法。

为方便使用,把我国常用酒精计温度浓度换算表,作为附表列出。

本书可供各酒精厂、酒厂、商业、轻工、医药卫生等部门以及研究所、大专院校、计量部门等从事酒精浓度测定的科技人员和工人使用。

国际法制计量组织推荐

国 际 酒 精 表

中国计量科学研究院

肖德芝 易本忠编译

责任编辑 陈艳春

计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

煤炭工业出版社印刷厂排版

北京京辉印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 $787\times 109\frac{1}{16}$ 印张 $5\frac{1}{4}$

字数137千字 印数1—17000

1985年10月第一版 1985年10月第一次印刷

统一书号15210·486

定价 1.50元

序 言

解放前,我国生产的酒精计很少,多数是资本主义国家的产品。这些酒精计,没有一个统一的标准及相应的换算表格,又因各国所采用的标准温度不同,如何正确使用也无人管理,致使各行业在使用中量值发生混乱。

解放后,党和国家很重视计量工作。一九五九年国务院发布了《关于统一计量制度的命令》,从根本上结束了旧中国遗留下来的在计量制度方面的混乱局面。酒精计的国家标准也建立起来,并把解放初期的15℃标准温度统一改为标准温度为20℃。

1984年国家计量局将国际法制计量组织(Organisation Internationale de Métrologie Légale, 简称OIML)审定通过的各种国际建议引入国内,并已组织翻译出版。在OIML No.22国际建议“酒精浓度的测定”中,列出了新编的八个酒精表格的目录,而没有具体的表格。但从目前实际工作情况来看,这些表格是适用的。因我国的酒精度仍是以标准温度为20℃时酒精水溶液中所含无水酒精的体积与酒精水溶液总体积之比的体积百分比浓度来表示的,与国际酒精表是一致的。

在国际上,为了相互比对达到量值统一,首先就必须有公认的酒精表。因为它是国际量值统一的基础。国际法制计量组织把过去、现在国际上高度可靠的测量结果作为基础,求出了密度、质量百分比浓度、温度之间的关系式。此公式是目前最新的,国际法制计量组织已采用它作为国际建议公布了。新的酒精表就是根据这个公式计算得到的,在七十年代已完成了酒精水溶液密度、浓度、温度等八种函数关系表格的编制工作,均已见诸于世。该套新表是按1968年国际实用温标(IPTS-68)编制,采用国际单位制千克每立方米(kg/m^3),是目前一套最新的较为全面的酒精浓度温度与密度的函数关系表。

我们为适应国际上技术交流,以及贸易、管理的要求等,满足国内各酒精厂、酒厂、商业、轻工、医药卫生等部门以及研究所、大专院校、计量部门等的工作需要,特地收集了新表格的有关资料,编译了这本《国际酒精表》,供大家使用。同时对新表的编制过程、依据等也作了简单介绍,使读者对国际酒精表有一个比较完整的了解。

我国常用的酒精计温度浓度换算表,是将任意温度下的酒精计示值换算为20℃时的体积浓度。笔者将它与新表作了分析比较,其差值均在所要求的准确度范围内,但因该表使用更加方便,故作为附表一并列出。

由于编译者水平有限,谬误之处在所难免,敬希读者批评指正。

目 录

国际法制计量组织 (OIML) 简介	(1)
一、OIML的主要任务	(1)
二、OIML的各下设组织及其任务	(1)
三、OIML的科研技术项目及其分工	(2)
国际酒精表的说明	(4)
国际酒精表	(5)
一、酒精水溶液密度测定	(5)
二、酒精水溶液密度的一般公式	(6)
三、国际酒精表的内容	(6)
四、各个酒精表的计算方法	(7)
OIML No.22国际建议 酒精浓度的测定《国际酒精表》	(9)
酒精浓度的测定	(11)
一、建议的目的	(11)
二、酒精浓度的定义	(11)
三、酒精浓度的表示方法	(11)
四、酒精浓度的测定	(11)
五、测定仪器	(11)
六、国际酒精表的计算公式	(12)
表 I : $\rho = \rho(p, t)$	(15)
表 II : $\rho = \rho(q, t)$	(29)
表 III _a : $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}}(p)$	(43)
表 III _b : $q = q(p)$	(47)
表 IV _a : $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}}(q)$	(51)
表 IV _b : $p = p(q)$	(55)
表 V _a : $p = p(\rho_{20^{\circ}\text{C}})$	(59)
表 V _b : $q = q(\rho_{20^{\circ}\text{C}})$	(67)
附表	(75)
我国常用酒精计温度浓度换算表	

$$q_{20^{\circ}\text{C}} = q_{20^{\circ}\text{C}}(q, t)$$

国际法制计量组织(OIML)简介

国际法制计量组织是在1955年成立的，它的工作对象主要是工业上大量使用的计量器具，以及这些计量器具在使用过程中所产生的一些技术上和管理上的问题（如计量器具的结构、检查方法、使用方法和允许误差等），以求得国际上的一致。至于基准的建立，计量单位和精密测试装置的研究工作，则由国际计量局负责进行。

一、OIML的主要任务

根据1955年在巴黎召开的国际法制计量会议的讨论，它的主要任务如下：

制定法制计量总则；

对法制计量中共同关心的法规问题，研究解决的办法，以达到国际统一；

制定计量器具及其使用的标准法规；

对计量器具进行检定和监督管理的检查机构，研究具体的组织方案；

确定计量器具的性能要求，使其为成员国批准并推荐到国际上使用。

二、OIML的各下设组织及其任务

国际法制计量会议

它是OIML的最高决策机构，每四年召开一次大会，通过的决议以国际建议或国际文件的形式分发给各成员国。各成员国有责任将有关部分引入国内法规，加以实施。

国际法制计量委员会 (CIML)

它是OIML的理事机构，由每一个成员国选出一名计量代表组成，每隔1~2年召开一次大会，到1975年6月为止，参加的成员国有下面43个：

奥地利、保加利亚、摩纳哥、匈牙利、瑞士、捷克斯洛伐克、罗马尼亚、印度、苏联、丹麦、南斯拉夫、西班牙、波兰、法国、芬兰、挪威、荷兰、瑞典、摩洛哥、意大利、澳大利亚、伊朗、比利时、德意志联邦共和国、几内亚、委内瑞拉、印度尼西亚、日本、埃及、多米尼加、突尼斯、英国、古巴、黎巴嫩、以色列、斯里兰卡、喀麦隆、美国、巴基斯坦、埃塞俄比亚、朝鲜民主主义人民共和国、塞浦路斯、德意志民主共和国。

国际法制计量局 (BIML)

是OIML的办事执行机构，在委员会的领导和监督下工作，负责国际法制计量会议和国际法制计量委员会各种会议的筹备工作；与各成员国及有关的其他国际组织进行联系。该局除每年发行四本杂志 (Bulletin de l'OIML) 以外，还发行会议和委员会所通过的各种文件。它的日常费用大部份由各成员国负担，根据国际法制计量组织的规定，按照各成员国的人口和国情，分担费用分为四等。目前，负担费用最高的国家有日本、美国和苏联。

三、OIML的科研技术项目及其分工

为研究制定国际建议和各种国际文件，而开展了30个大的协作项目。对每一个大项目又有几个乃至20个左右的研究课题，组成一个国际法制计量工作网。每个大项目成立一个主管秘书处 (Pilot Secretariat) (由某一国担任) 负责协调各研究课题的工作，并对提交委员会审议的报告进行初审。至于各课题的研究工作和报告的编写，由课题内接受委任的报告秘书处 (Reporting Secretariat) (由某一国家担任) 同几个成员国协作进行。

各主管秘书处所负责的项目如下：

- | | |
|--------------------------------|----------|
| 1. 名词术语 | 波兰 |
| 2. 法制计量的一般情况 | 国际法制计量局 |
| 3. 文件 | 国际法制计量局 |
| 4. 长度、表面和角度的测量 | 匈牙利 |
| 5. 液体体积的测量 | (未定) |
| 6. 气体体积的测量 | (法国) |
| 7. 质量的测量 | 美国 |
| 8. 砝码 | 美国 |
| 9. 密度的测量 | 法国 |
| 10. 传送机器上用的计量器具 | 法国 |
| 11. 压力的测量 | 澳大利亚 |
| 12. 温度及热量的测量 | 德意志联邦共和国 |
| 13. 电磁量的测量 | 美国 |
| 14. 声学及振动 | 德意志联邦共和国 |
| 15. 光的光学显示仪器 | (未定) |
| 16. 电离放射线的测量 | (未定) |
| 17. 污染度的测量 | 美国 |
| 18. 食品特性的测定 | 法国 |
| 19. 材料特性的测定 | 澳大利亚 |
| 20. 生产条件 | 英国 |
| 21. 关于测量手段的计量性能标准化 | 苏联 |
| 22. 关于计量器具检定的一般原则 | 美国 |
| 23. 检定设备的检查方法和手段 | 捷克斯洛伐克 |
| 24. 检定所的设备 | 印度 |
| 25. 发展中国家 | 国际法制计量局 |
| 26. 保健部门中使用的计量器具 | 德意志联邦共和国 |
| 27. 用标准物质来检定用于测量物质物性的计量器具的一般原则 | 苏联 |
| 28. 用标准物质来检定用于测量物质性质的计量器具 | (未定) |
| 29. 用标准物质来检定用于测量物质组成成份的计量器具 | 苏联 |
| 30. 物理化学测量 | 苏联 |

到1976年为止,由国际法制计量会议正式通过的国际建议,除《国际法制计量学基本名词(基础篇)》以及它的“第一次补充”以外,还有 No.1~No.34国际建议,以后还陆续通过了一些。

国际酒精表的说明

测量酒精水溶液的酒精计，它的分度表是以20°C时的体积百分比浓度刻度的，是通过测定溶液的密度来求出酒精的浓度。因此，在检定标准酒精计时，必须将基准密度计示值按酒精水溶液密度与浓度换算表（酒精表）的数值，换算为酒精浓度，才能加以比较，计算出酒精计的修正值。

在酿造工业中，酒精和饮用酒中纯酒精的含量，就是通过密度计量来确定的，含量的准确与否，直接影响其数量与质量，也影响着供与销的关系，这对人民的切身利益，医药质量以及国际贸易等都有着密切的关系。由此可见，浓度与密度之间的关系，是测量酒精浓度的基础，甚为重要。自古以来，各国的科研工作者作了很多实验，建立了许多浓度与密度的关系式和换算表，由于受条件的限制，各国所得到的酒精表也互有差异，这样，就不便于国际交往。因而急需有一个国际统一的酒精表，以适应现代科学技术发展的需要。对于这项任务，国际法制计量组织（OIML）在六十年代就开始了有关测量酒精浓度方面的工作，对酒精表进行了研究，把密度与质量百分比浓度之间的关系，表示成11次方的关系式，并考虑到温度的影响，最后得到一个三元高次方计算公式。在国际建议中，已把它作为建立国际酒精表的基础向大家推荐。

OIML还研究了各国所研究过的内容，选择具有足够精度的测量结果，根据选定的测量数据来确定计算公式中的各个系数（关于所采用的测量结果，请参阅《国际酒精表》一节中所述）。

国际建议的主要目的，是要利用这个公式计算出相应的各种酒精表，向世界各国推荐，达到国际统一。

国际酒精表

OIML第22号国际建议“酒精浓度测定”是第4次国际法制计量会议通过的，而国际酒精表是实现该建议的重要组成部份，是必不可少的。它们的目的是要把由有关国家提出的，酒精水溶液密度与体积浓度和质量浓度的基本数据，统一到国际标准的基础上。由于酒精表用途很广泛，因此，在计算酒精浓度时，就可以避免在应用中容易出现的不一致。

一、酒精水溶液密度测定

它是编制酒精表的基础。OIML对部份国家目前仍在使用的酒精表的所有原始测量数据，在考虑到当前的测量技术水平，选择具有足够精度的测量数据，作为建立国际酒精表的依据。也就是说，国际酒精表是把各个国家所使用的酒精表进行了综合分析和大量的计算所得到的结果。其中有：

1. 日本计量研究所

河崎——菱輪——稻松

把在15, 20, 25, 30°C温度下 (IPTS—48国际实用温标) 测定酒精水溶液的比重换算为IPTS—68国际温标下的数值。

根据25°C时无水酒精的密度，利用外推法来确定酒精的密度。用无水酒精按卡尔-费希尔 (Karl-Fischer) 滴定法得到。

在-20°C~+15°C温度下，用比重瓶测量比重，根据其测量结果进行计算，确定质量浓度。

2. 法国蒙比利埃药科大学分析化学与毒物学研究所

JAULMES—BRUN—TEP

在20°C (IPTS—48) 温度下，测量实用无水酒精的密度。

在20°C温度下，用比重瓶测量酒精水溶液的密度。并对这些溶液进行化学分析以确定酒精的含量。

3. 美国国家标准局 (NBS)

OSBORNE—McKELVY—BEARCE

在15°C和25°C温度下测量酒精水溶液的密度。

在10~40°C下测量酒精水溶液的密度，利用测量结果确定它的质量浓度。

4. 苏联

MENDELEEV

各种测定。(是在GEORGIEVSKII研究的基础上再次进行研究)。

5. 德意志联邦共和国物理技术研究所 (PTB)

WAGENBRETH

利用液体静力衡量法和比重瓶测定酒精水溶液在-20°C~+20°C的密度。根据20°C时

的密度和波兰PLEBANSKI与OGONOWSKA的表来计算该溶液的质量浓度，其结果与美国OSBORNE—McKELVY—BEARCE的测定结果是一致的。

二、酒精水溶液密度的一般公式

把酒精水溶液密度作为质量浓度与温度的函数计算公式如下：

$$\rho = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n a_{i,k} \phi^{k-1} (t - 20^\circ\text{C})^{i-1} \quad (1)$$

式中 ρ ——溶液的密度；

ϕ ——用小数形式表示的质量浓度，如质量浓度为21%，则 $\phi = 0.21$ ；

t ——温度 (IPITS-68)；

20℃时无水酒精的密度用法国药科大学研究所三人的研究结果。

根据最小二乘法，在 $t = 20^\circ\text{C}$ 时的第一近似式为：

$$\rho_{20^\circ\text{C}} = A_1 + \sum_{k=2}^n A_k \phi^{k-1} \quad (2)$$

密度 $\rho_{20^\circ\text{C}}$ 是 $n - 1$ 次方多项式的函数，对它的标准偏差进行了研究，发现在 n 大于 12 以后，对计算结果没有影响。系数 A_k 是先用 16 位计算机进行计算，然后保留 10 位数。

根据多项式 (2) 计算所得到的值 (相对于以整数百分数表示的浓度) 与法国药科大学研究所 JAULMES 的数值相比较，其结果如下：

差 0.02kg/m^3 的有 5 点；

差 0.01kg/m^3 的有 38 点；

其他的点数值都相等。

当 $\phi = 0$ 时利用德意志联邦共和国 WAGENBRETH 和 BLANKE 给出的值，即可得下式：

$$\rho_0 = A_1 + \sum_{k=1}^n B_k (t - 20^\circ\text{C})^k \quad (3)$$

因此，计算溶液密度的一般公式可写作如下形式：

$$\rho = A_1 + \sum_{k=2}^n A_k \phi^{k-1} + \sum_{k=1}^n B_k (t - 20^\circ\text{C})^k + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n C_{i,k} \phi^{k-1} (t - 20^\circ\text{C})^i \quad (4)$$

为了确定系数 $C_{i,k}$ 的最佳值，可利用最小二乘法计算。

关于酒精浓度有关的基本定义，计算公式的形式以及各系数的数值，请参阅后面 OIML No.22 国际建议“酒精浓度测定”中的叙述。

三、国际酒精表的内容

根据国际法制计量组织报告秘书处 (法国) 的意见，国际法制计量组织决定发表了下列八个基本的酒精水溶液关系表：

表 I：酒精水溶液密度为温度和质量浓度的函数关系表。

符号： $\rho = \rho(\phi, t)$

(温度范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$, 间隔 1°C ; 质量浓度范围: 最小允许值* $\sim 100\%$, 间隔 1%)。

表 II: 酒精水溶液密度为温度和体积浓度的函数关系表

符号: $\rho = \rho(q, t)$

(温度范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$, 间隔 1°C ; 体积浓度范围: 最小允许值* $\sim 100\%$, 间隔 1%)。

表 III_a: 20°C 时酒精水溶液密度为质量浓度的函数关系表

符号: $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}}(\rho)$

(质量浓度范围: $0 \sim 100\%$, 间隔 0.1%)

表 III_b: 酒精水溶液体积浓度为质量浓度的函数关系表

符号: $q = q(\rho)$

(质量浓度范围: $0 \sim 100\%$, 间隔 0.1%)

表 IV_a: 20°C 时酒精水溶液密度为体积浓度的函数关系表

符号: $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}}(q)$

(体积浓度范围: $0 \sim 100\%$, 间隔 0.1%)

表 IV_b: 酒精水溶液质量浓度为体积浓度的函数关系表

符号: $\rho = \rho(q)$

体积浓度范围: $0 \sim 100\%$, 间隔 0.1%)

表 V_a: 酒精水溶液质量浓度为 20°C 时密度的函数关系表

符号: $\rho = \rho(\rho_{20^{\circ}\text{C}})$

(密度范围: $789.3\text{kg/m}^3 \sim 998.2\text{kg/m}^3$, 间隔 0.1kg/m^3)

表 V_b: 酒精水溶液体积浓度为 20°C 时密度的函数关系表

符号: $q = q(\rho_{20^{\circ}\text{C}})$

(密度范围: $789.3\text{kg/m}^3 \sim 998.2\text{kg/m}^3$, 间隔 0.1kg/m^3)

四、各个酒精表的计算方法

酒精表的计算很复杂: 它是用电子计算机进行计算编制的。

表 I 和表 III_a是根据公式 (4) 直接计算的。

表 III_b是根据 $q = \frac{\rho_{20^{\circ}\text{C}}}{\rho_{20^{\circ}\text{C}}(100\%)} \times \rho$ 计算。

式中: q —— 体积浓度;

ρ —— 质量浓度;

$\rho_{20^{\circ}\text{C}}$ —— 是按公式 (4) 作为 ρ 的函数计算的;

$\rho_{20^{\circ}\text{C}}(100\%)$ —— 20°C 时纯酒精的密度, 等于 789.24kg/m^3 。

表 IV_b是利用内插法由表 III_b计算得到。

表 II 和表 IV_a是根据表 III_b用内插法计算质量浓度, 然后再根据所得的质量浓度和温度。

*最小允许值是指对应于溶液在某温度下的凝固点。

利用公式 (4) 计算得到密度值。

表 V_a 和 V_b 是根据表 III_a 和表 III_b 用内插法得到。

在编制表格时, 必须采用足够位数 (16位) 的计算机进行工作。另外, 对于用内插法计算得到的表格, 在进行中间计算时, 是用公式 (4) 或 q 与 p 的关系式来计算的, 应采用没有进行舍入的数值。

对质量浓度用内插法计算的表格, 其内插间隔一定要很小 (在 1 次内插时为 $0.1\%_{\text{mass}}$) 。

OIML

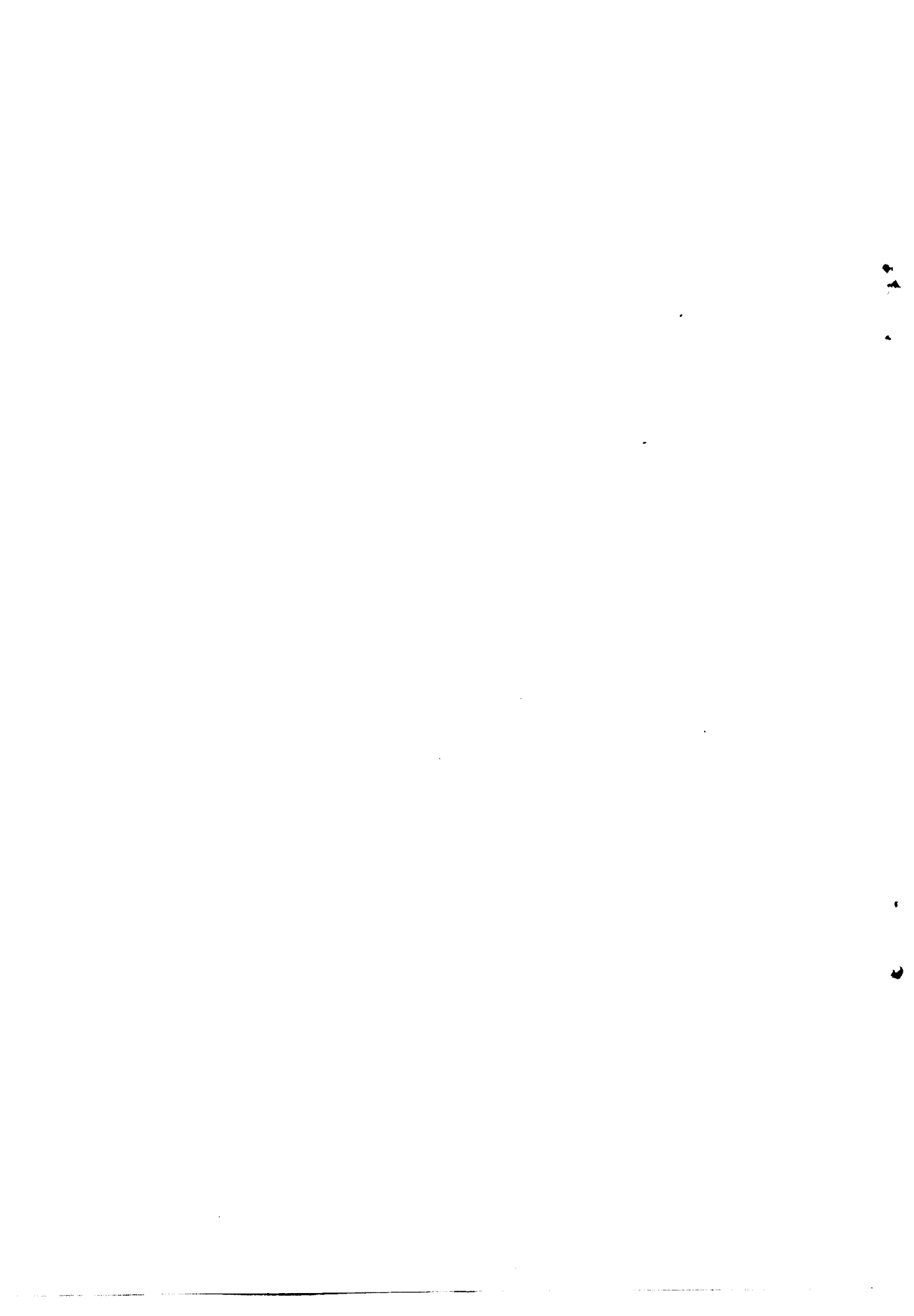
No.22国际建议

酒精浓度的测定

《国际酒精表》

1972年10月

第四次国际法制计量会议制定



酒精浓度的测定

一、建议的目的

本建议的目的如下：

1. 规定酒精水溶液中所含酒精（乙醇）浓度（所占比例）的表示方法，以及为确定该浓度所作的测定。
2. 对其测量结果的函数，应采用能计算出该浓度（比例）的表格。

二、酒精浓度的定义

酒精水溶液的“酒精体积浓度”是指在20℃时，该溶液中所含酒精的体积与在同温度下该溶液总体积之比。

酒精水溶液的“酒精质量浓度”是指该溶液中所含酒精的质量与该溶液总质量之比。

三、酒精浓度的表示方法

酒精浓度是以酒精水溶液中所含酒精的百分比来表示的。

其符号为：

酒精体积浓度用“%_{v/v}”

酒精质量浓度，用“%_{m/m}”

四、酒精浓度的测定

为了得到酒精的浓度，需进行下述操作：

1. 在与溶液温度相同的条件下，对酒精计或密度计的示值进行读数，或用比重瓶测定。
2. 测量溶液的温度。再查《国际酒精表》可得到所需的测量结果。

五、测定仪器

用来测定酒精浓度的仪器如下：

1. 在标准温度20℃时刻度的浮计。

以密度单位刻度的，称为“酒精用密度计”。

以酒精体积浓度单位刻度的，称为“体积酒精计”通称酒精计。

以酒精质量浓度单位刻度的，称为“质量酒精计”。

2. 比重瓶。

六、国际酒精表的计算公式

1. 国际酒精表是以下述人员的计算或测定结果为基础的。

D.I.MENDELEEV

N.S.OSBORNE, E.C.McKELVY, E.W.BEARCE (美国国家标准局)

T.PLEBANSKI, B. OGONOWSKA (波兰国家质量计量局)

河崎, 蓑輪, 稻松 (日本计量研究所)

P.JAULMES, S.BRUN, Y.TEP (法国蒙比利埃药科大学)

H.WAGENBRETH (德意志联邦共和国物理技术研究所)

L.NYKÄNEN (国际纯粹与应用化学协会)

2. 《国际酒精表》可用下面列出的 H.WAGENBRETH 和 W.BLANKE (德意志联邦共和国物理技术研究所) 的公式进行计算*

酒精水溶液的酒精表计算公式

在温度为摄氏度 t 时, 以千克每立方米 (kg/m^3) 表示的酒精水溶液的密度 $\langle \rho \rangle$ 为下面三个变量的函数, 按下公式计算给出。

用小数表示的质量浓度 p 。例如 12% mass. 的质量浓度写作 $p = 0.12$ 。

用摄氏度表示的温度 t (IPTS—68)

公式中的各系数。

该计算公式在 $-20^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 温度范围内适用。

$$\rho = A_1 + \sum_{k=2}^{12} A_k p^{k-1} + \sum_{k=1}^n B_k (t - 20^\circ\text{C})^k + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} C_{i,k} p^k (t - 20^\circ\text{C})^i$$

$$n = 5$$

$$m_1 = 11$$

$$m_2 = 10$$

$$m_3 = 9$$

$$m_4 = 4$$

$$m_5 = 2$$

*OIML所制定的表, 有 5 位有效数字。