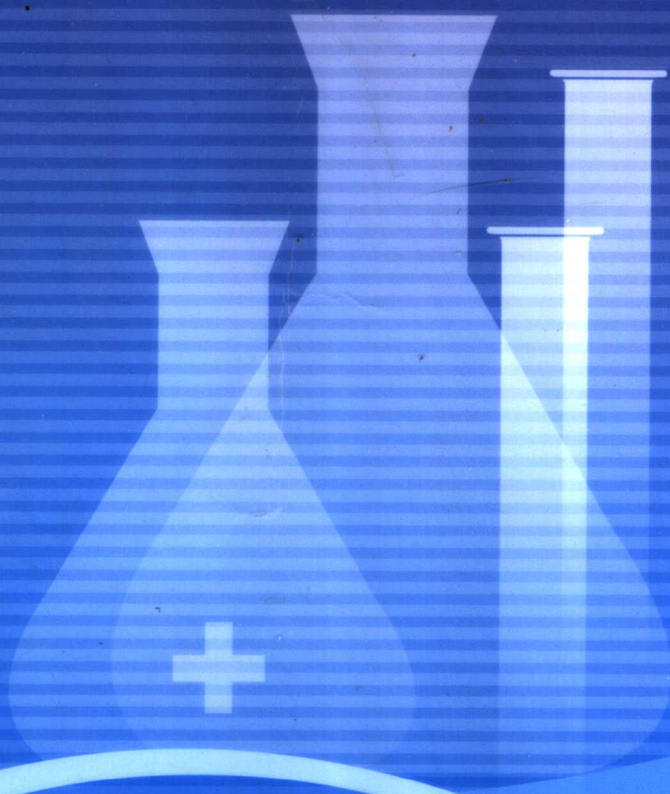


医学职业教育专用教材

医用化学

YIYONGHUAXUE

庞玉池 刘宇◎主编



石油工业出版社

医学职业教育专用教材

医 用 化 学

庞玉池 刘 宇 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本教材分为上下两篇,上篇为无机化学部分,下篇为有机化学部分,全书共二十六章。内容包括理论部分和实验部分。理论部分展示了各教学章的学习目标,为教师和学生提供了学习指导,对应的达标习题有利于学生的自学自查;实验部分,突出专业特点,有利于增强学生的动手能力。

本书可作为医学职业教育中招三年和五年大中专的护理、医学检验、药剂、社区医学、临床医学、口腔、影像等相关医学专业的教学用书,也可作为相关专业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学/庞玉池,刘宇主编.

北京:石油工业出版社,2005.11

医学职业教育专用教材

ISBN 7-5021-5267-9

I. 医…

II. ①庞… ②刘…

III. 医用化学-高等学校:技术学校-教材

IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 124023 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:北京华正印刷厂

2005 年 11 月第 1 版、2005 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1×16 印张:15.25 插页:1

字数:390 千字 印数:1—2000 册

定价:36.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《医用化学》编审委员会

主 任：韩贵金

副 主 任：李增新 庞玉池

委 员：（按姓氏笔画为序）

刘 宇 陈凤阁 晏炳利

主 编：庞玉池 刘 宇

副 主 编：晏炳利

主 审：韩贵金 李增新

编 者：（按姓氏笔画为序）

牛艳芹 邓 敬 刘 宇 刘新暖 陈凤阁

李增新 庞玉池 晏炳利 程艳敏

前 言

21 世纪的到来为医学教育提供了更广阔的发展前景,同时也提出了更高的要求。怎样才能适宜时代的发展,社会的要求呢?这是摆在每个医学教育工作者面前的新课题。为此,我们根据各医学专业的教学大纲和教学计划编写成本教材。全书内容分上、下两篇,上篇为无机化学部分,下篇为有机化学部分,可供中招三年和五年大中专的护理、医学检验、药剂、社区医学、临床医学、口腔、影像等相关医学专业使用。

本书的内容包括理论和实验部分。在理论部分展示了各教学章的学习目标,为教师和学生提供了学习指导,对应的达标习题有利于学生的自学自查;在实验部分,突出专业特点,有利于增强学生的动手能力。

本书的编写本着以应用为目的,以需要为指南,在总结以往教学经验的基础上,突出以下特点:

(1)实用性。按照实用型卫生技术人才的培养目标,避免大而全,针对医学专业需要选择内容,体现医学专业教材的特点。

(2)灵活性。根据医学各专业的不同特点、不同起点及不同学习期限,在内容上增加了选学内容(带*部分),供各位教师在教学中选择。

(3)合理性。本书注重基本理论和基本知识的介绍,在编排顺序上依据知识结构的内在联系合理安排,使重点突出,便于教学。

(4)连续性。本教材在内容上既注重与学生以前所学知识的联系,避免重复,又注意与后续课程的衔接,为其提供必要的基础。

(5)实践性。本教材注重对学生动手能力的培养,对实验内容做了详细的说明,对学生的实验提出了明确的学习目标。

(6)科学性。本教材的内容是经过实践检验的理论和知识,全面应用了法定计量单位,规范科学。

本书由庞玉池、刘宇老师主编。陈凤阁老师编写第一章、第四章、第十二章、第十三章;刘新暖老师编写第二章、第三章、第五章;邓敬老师编写第六章、第七章、第八章;庞玉池老师编写第九章、第十章、第十一章;刘宇老师编写第十五章、第十九章、第二十四章、第二十五章;李增新老师编写第十六章、第二十三章;程艳敏老师编写第十七章、第十八章;晏炳利老师编写第二十章;牛艳芹老师编写第二十一章、第二十二章;实验部分(第十四章、第二十六章)由以上老师共同完成。

本教材承蒙河北渤海石油职业学院领导的大力支持,在此深表感谢。由于编者的能力有限,本教材难免有不妥之处,恳请批评指正。

编者

2005 年 9 月

目 录

上篇 无机化学

第一章 绪论	(3)
第一节 化学研究的对象和目的	(3)
第二节 化学与医学的关系	(3)
第三节 医学化学的内容和学习方法	(4)
第二章 物质的量	(5)
第一节 物质的量	(5)
第二节 摩尔质量	(6)
* 第三节 气体摩尔体积	(7)
单元达标测试题	(9)
第三章 卤素	(11)
第一节 氯气	(11)
第二节 卤族元素	(13)
第三节 金属卤化物	(15)
单元达标测试题	(16)
* 第四章 氮的化合物	(18)
第一节 氨	(18)
第二节 铵盐	(19)
第三节 硝酸和硝酸盐	(19)
单元达标测试题	(21)
第五章 物质结构 元素周期律	(22)
第一节 原子的结构	(22)
第二节 元素周期律和元素周期表	(25)
第三节 化学键	(30)
第四节 分子的极性和氢键	(33)
第五节 氧化还原反应	(34)
单元达标测试题	(36)
* 第六章 金属概论	(39)
第一节 金属的通性	(39)
第二节 金属的腐蚀和防腐蚀	(42)
第三节 合金	(44)

单元达标测试题	(45)
第七章 胶体溶液	(48)
第一节 分散系	(48)
第二节 胶体溶液	(49)
第三节 高分子化合物溶液	(51)
单元达标测试题	(52)
第八章 溶液的浓度和渗透压	(54)
第一节 溶液的浓度	(54)
第二节 浓度的换算和溶液的稀释	(57)
第三节 溶液的渗透压	(59)
单元达标测试题	(61)
第九章 化学反应速率和化学平衡	(63)
第一节 化学反应速率	(63)
第二节 化学平衡	(65)
第三节 影响化学平衡的条件	(67)
单元达标测试题	(69)
第十章 电解质溶液	(71)
第一节 弱电解质的电离平衡	(71)
第二节 离子反应	(74)
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	(76)
* 第四节 盐类的水解	(78)
单元达标测试题	(80)
第十一章 缓冲溶液	(82)
第一节 酸碱质子理论	(82)
* 第二节 水溶液的酸碱性及 pH 值的计算	(84)
第三节 缓冲溶液的组成及缓冲作用	(86)
* 第四节 缓冲溶液 pH 值的计算	(87)
* 第五节 缓冲容量与缓冲溶液的配制	(89)
第六节 缓冲溶液在医学中的意义	(91)
单元达标测试题	(92)
第十二章 配位化合物	(94)
第一节 配合物的基本概念	(94)
* 第二节 配位平衡	(96)
* 第三节 螯合物	(98)
第四节 配合物在医学上的意义	(99)
单元达标测试题	(100)
* 第十三章 电极电势	(101)
第一节 电极电势	(101)

第二节 电极电势的应用	(104)
单元达标测试题	(105)
第十四章 无机化学实验	(106)
实验一 化学实验须知和基本操作	(106)
实验二 卤素单质和化合物的性质	(108)
实验三 同周期、同主族元素性质的递变	(109)
实验四 溶胶的制备和性质	(110)
实验五 溶液的配制和稀释	(111)
实验六 外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响	(113)
实验七 电解质溶液	(114)
实验八 缓冲溶液的配制和 pH 值的测定	(115)

下篇 有机化学

第十五章 有机化合物概述	(119)
第一节 有机化合物的特性	(119)
第二节 有机化合物的结构特点	(120)
第三节 有机化合物的分类	(121)
单元达标测试题	(123)
第十六章 烃	(124)
第一节 烃的概述	(124)
第二节 开链烃	(124)
第三节 闭链烃	(132)
单元达标测试题	(135)
第十七章 醇、酚、醚	(137)
第一节 醇	(137)
第二节 酚	(142)
第三节 醚	(146)
单元达标测试题	(147)
第十八章 醛、酮、醌	(149)
第一节 醛和酮	(149)
* 第二节 醌	(155)
单元达标测试题	(156)
第十九章 有机酸	(159)
第一节 羧酸	(159)
第二节 羟基酸	(163)
第三节 酮酸	(166)
单元达标测试题	(168)

第二十章 胺和酰胺	(169)
第一节 胺	(169)
第二节 酰胺	(174)
单元达标测试题	(178)
第二十一章 杂环化合物	(180)
第一节 杂环化合物	(180)
第二节 重要的含氮杂环化合物	(183)
单元达标测试题	(183)
第二十二章 酯和脂类	(185)
第一节 酯	(185)
第二节 油脂	(186)
第三节 磷脂	(189)
第四节 甾体化合物	(189)
单元达标测试题	(193)
第二十三章 糖类	(195)
第一节 单糖	(195)
第二节 双糖	(201)
第三节 多糖	(202)
单元达标测试题	(204)
第二十四章 氨基酸和蛋白质	(206)
第一节 氨基酸	(206)
第二节 多肽	(210)
第三节 蛋白质	(211)
单元达标测试题	(214)
* 第二十五章 高分子化合物	(216)
第一节 高分子化合物概述	(216)
第二节 高分子化合物的特性及在医学上的应用	(219)
单元达标测试题	(220)
第二十六章 有机化学实验	(222)
实验一 烃的主要性质	(222)
实验二 醇和酚的主要性质	(222)
实验三 醛和酮的主要性质	(223)
实验四 羧酸的性质	(224)
实验五 油脂的性质	(225)
实验六 胺和酰胺	(226)
实验七 糖类的性质及应用	(227)
实验八 氨基酸和蛋白质的重要性质	(228)

附录	(230)
附录一 酸、碱、盐的溶解性表(20℃)	(230)
附录二 几种试剂的配制方法	(231)
参考文献	(232)
元素周期表	

上 篇

无 机 化 学

第一章 绪 论

第一节 化学研究的对象和目的

自然界是由物质组成的。自然科学的研究对象是客观存在的物质。物质可分为实物和场两种基本形态。实物具有静止质量,如原子、分子、电子等。场不具有静止质量,如电场、磁场、原子核内力场等。化学研究的主要对象是实物(习惯上实物仍称为物质)。化学是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的自然科学。

化学研究的内容非常丰富,随着人们对化学运动形式认识的逐渐加深,到19世纪末20世纪初,化学形成了以下四大分支:

无机化学:研究所有元素的单质及其化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)。

有机化学:研究碳氢化合物及其衍生物。

分析化学:研究物质成分的测定方法和原理。

物理化学:运用物理学的原理和实验方法研究物质化学变化的基本规律。

化学与其他学科之间相互渗透,相互融合,化学学科内部各分支学科之间也相互交叉,又不断形成许多新的边缘学科和应用学科,如医学化学、生物化学、环境化学、食品化学、药物化学、农业化学、结构化学、量子化学、生物无机化学、高分子化学等。从20世纪后期起,化学进入了一个崭新的发展阶段,主要表现为从描述性的科学向推理性的科学过渡,从静态向动态、从定性向定量发展,从宏观向微观深入。化学的发展必将对诸如生命科学、环境保护、能源开发、新材料的合成等世人瞩目的重大课题的研究起到重要作用。

第二节 化学与医学的关系

早在16世纪,欧洲化学家就提出要为医治疾病制造药物。1880年,英国化学家Davy发现了一氧化二氮的麻醉作用,后来乙醚、普鲁卡因等更加有效的麻醉药物被发现,使无痛外科手术成为可能。1932年,德国科学家Domagk发现一种偶氮磺胺染料可治愈细菌性败血症。此后,化学家制备了许多新型的磺胺药物,并开创了今天的抗生素领域。因此,医学的发展与化学密切相关。

现代医学与化学的关系更加密切。医学是研究人体正常的生理现象和病理现象、寻求防病治病的方法、保障人类健康的科学。人体内许多生理现象和病理现象,如消化、吸收、呼吸、排泄等都包含着复杂的化学变化。人体的基本营养物质是糖、脂肪、蛋白质、无机盐等,这些物质在体内的代谢也同样遵循化学的基本原理和规律。因此,必须掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,从而深入了解生理、病理现象的实质。

在疾病的诊断、治疗过程中,需要进行化验和使用药物,这也与化学密切相关。例如,临床检验常需利用化学方法进行一系列的分析,测定血、尿等生物标本中某些成分的含量,以帮助正确诊断疾病。治疗疾病时所用的药物,其化学结构、化学性质以及纯度直接影响药理作用和毒副作用;药物间的配伍也与其化学性质密切相关,要正确合理用药,必须掌握有关的化学知识。

在卫生监督、疾病预防等方面,如环境卫生、营养卫生、劳动卫生等工作,常需进行饮水分析、食品检验、环境监测等,这些都离不开化学。

随着科学技术的进步,现代医学已逐步发展到分子层次,化学的研究成果对此起了重要的推动作用。例如,由于化学家对生物大分子(主要是核酸和蛋白质)的认识取得了突破,由此形成了一门新兴的学科——分子生物学。分子生物学的形成和发展,对医学乃至整个生命科学都产生了重大影响。又如,从有机物分子的立体结构研究酶和底物的作用以及药物和受体的作用,从分子水平上研究某些疾病的致病因子,从微量元素的研究为疾病的早期诊断提供科学依据等,都说明现代医学的发展需要更多、更深的化学知识。

第三节 医学化学的内容和学习方法

由于医学和化学的密切关系,世界各国在医学教育中都把化学作为重要的基础课。医学化学的任务是使学生获得学习医学所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能。

本课程的内容分为无机化学和有机化学两大部分。前者主要论述化学的基本原理和概念,后者主要介绍与医学密切相关的碳氢化合物及其衍生物。全书分为“无机化学”与“有机化学”上下两篇。这些内容中有些将在医学工作中直接应用,有些则是后续课程的必要基础知识。

医用化学的特点是理论性强,涉及的概念多,因此难度也较大。学习中要着重理解、掌握化学基本概念和有关计算。学习中要注意对有关内容进行分析、比较、归纳和综合,从中找出共性和差异。着重弄懂,切忌死记硬背,应在理解的基础上力求融会贯通,要学会利用各种参考资料,运用所掌握的理论和知识去分析和解决实际问题。

化学是一门以实验为基础的学科,许多定律、学说都是在实验的基础上提出的。通过实验不仅可以加深理解、巩固所学到的基本理论和知识,而且还可以训练有关的实验基本操作和技能,培养独立工作的能力、严谨的科学态度和科学的思维方法。因此必须重视实验课。

第二章 物质的量

学习目标

- (1)初步理解物质的量及其单位——摩尔。
- (2)初步掌握关于物质的量和摩尔质量的基本计算。
- (3)了解气体摩尔体积的概念。

第一节 物质的量

一、物质的量

在初中化学中,我们已经学习过原子、分子、离子等构成物质的粒子,还学习了一些常见物质之间的化学反应。通过这些知识的学习,使我们认识到物质之间所发生的化学反应,既是由肉眼不能看到的原子、离子或分子之间按一定的数目关系进行的,又是以可称量的物质之间按一定的质量关系进行的。我们在实验室里做化学实验时所取用的药品,不论是单质还是化合物,都是可以称量的。在化工生产中,物质的用量就更大了,常以吨计算。所以,在原子、离子、分子与可称量的物质之间一定存在着某种联系。那么,它们之间是通过什么建立起联系的呢?科学上采用“物质的量”这个物理量把一定数目的原子、离子或分子等微观粒子与可称量的物质联系起来。

物质的量是表示以一特定数目的基本单元粒子为集体的、与基本单元的粒子数成正比的物理量。并规定物质的量的符号为 n 。它与长度、质量、时间、温度等一样,是国际单位制(SI)的7个基本物理量之一。

书写物质的量 n 时,物质的种类多以括号的形式予以指明,如:

氧原子的物质的量 $n(\text{O})$

钠离子的物质的量 $n(\text{Na}^+)$

硫酸的物质的量 $n(\text{H}_2\text{SO}_4)$

二、物质的量的单位

在日常生活、生产和科学研究中,人们常常根据需要,使用不同的计量单位。例如,用千米、米、厘米、毫米等来计量长度;用年、月、日、时、分、秒等来计量时间;用千克、克、毫克等来计量质量。1971年,在第十四届国际计量大会上决定用“摩尔”作为计量原子、离子或分子等微观粒子的“物质的量”的单位。

科学实验表明,把 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中所含有的碳原子数叫做阿伏加德罗常数。阿伏加德罗常数的符号为 N_A ,通常使用 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 这个近似值。如果在一定量的粒子集体中所含有

的粒子数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中所含有的碳原子数相同,我们就说它的物质的量为 1 摩尔。摩尔简称摩,符号为 mol。

例如,1 mol 氧原子中约含有 6.02×10^{23} 个氧原子;1 mol 水分子中约含有 6.02×10^{23} 个水分子;1 mol 钠离子中约含有 6.02×10^{23} 个钠离子。

粒子集体中的粒子既可以是分子、原子、离子,也可以是质子、中子或电子等。我们在使用摩尔表示物质的量时,应该指明粒子的种类,如 0.5 mol O , 1 mol H_2 , 2 mol Na^+ 。

物质的量 n 、阿伏加德罗常数 N_A 与粒子数 N 三者之间存在下述关系:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

从上式可以看出,物质的量是粒子数与阿伏加德罗常数之比,物质的量与粒子数成正比,所以,若要比 较几种物质所含粒子数多少,只要比较它们的物质的量 n 的大小即可, n 大的物质所含的粒子数就多。

第二节 摩尔质量

一、摩尔质量

1 mol 不同物质中所含的分子、原子或离子的数目虽然相同,但由于不同粒子的质量不同,因此,1 mol 不同物质的质量也不同。

我们知道,1 mol ^{12}C 的质量是 0.012 kg ,即 6.02×10^{23} 个 ^{12}C 的质量是 0.012 kg 。利用 1 mol 任何粒子集体中都含有相同数目的粒子这个关系,我们可以推知 1 mol 任何粒子的质量。例如,1 个 ^{12}C 与 1 个 H 的质量比约为 12:1。1 mol ^{12}C 与 1 mol H 所含有的原子数目相同,因此,1 mol ^{12}C 与 1 mol H 的质量比也是 12:1。而 1 mol ^{12}C 的质量是 12 g ,所以,1 mol H 的质量就是 1 g 。

同样可以推知:1 mol O 的质量为 16 g ,1 mol Na 的质量为 23 g ,1 mol O_2 的质量为 32 g ,1 mol H_2O 的质量为 18 g ,等等。

对于离子来说,由于电子的质量很小,当原子得到或失去电子变成离子时,电子的质量可略去不计。因此,1 mol Na^+ 的质量为 23 g ,1 mol Cl^- 的质量为 35.5 g ,1 mol SO_4^{2-} 的质量为 96 g 。

由上述可知,1 mol 任何粒子的质量以克为单位时,在数值上都与该粒子的化学式量相等。我们将单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量。也就是说摩尔质量是该物质的质量与该物质的物质的量之比。摩尔质量的符号为 M ,摩尔质量的 SI 单位是 kg/mol ,化学上多数使用 g/mol 。

例如,Na 的摩尔质量为 23 g/mol ,记为 $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$;

H_2O 的摩尔质量为 18 g/mol ,记为 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$;

SO_4^{2-} 的摩尔质量为 96 g/mol ,记为 $M(\text{SO}_4^{2-}) = 96 \text{ g/mol}$ 。

物质的量 n 、物质的质量 m 和物质的摩尔质量 M 之间存在着下式所表示的关系:

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{或} \quad m = n \cdot M \quad (2-1)$$

二、有关摩尔质量的计算

【例1】 49 g H_2SO_4 的物质的量是多少?

解: H_2SO_4 的相对分子质量为 98, 摩尔质量为 98 g/mol。

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{49 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 0.5 \text{ mol}$$

答: 49 克 H_2SO_4 的物质的量为 0.5 mol。

【例2】 2.5 mol H_2O 的质量是多少?

解: $n(\text{H}_2\text{O}) = 2.5 \text{ mol}$ $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$

$$m = n \cdot M = 2.5 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 45 \text{ g}$$

答: 2.5 mol H_2O 的质量是 45 g。

* 第三节 气体摩尔体积

一、摩尔体积

由于构成固态或液态物质的分子、原子或离子间的距离很小, 因此, 相同物质的量的这些物质体积大小主要决定于这些粒子本身的大小, 我们把体积除以它的物质的量叫做摩尔体积, 符号为 V_m , 定义方程式为:

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (2-2)$$

摩尔体积的 SI 单位是 m^3/mol 。化学上对固态物质或液态物质用 cm^3/mol 表示, 对气态物质则用 L/mol 表示。由实验测得的一些固态物质和液态物质的摩尔体积如表 2-1 所示。

表 2-1 几种固态和液态物质的摩尔体积

物质化学式	摩尔质量 M $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	密度 ρ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	摩尔体积 V_m $\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
Al	26.98	2.702	9.99
Pb	207	11.3	18.32
NaCl	58.45	2.18	26.81
Br_2 (液)	159.8	3.12	51.2
H_2O (液)	18.0	1.0	18.0

从表 2-1 中可以看出, 各种固态物质或液态物质之间的摩尔体积差异很大。那么, 气态物质的摩尔体积会怎么样呢?

二、气体摩尔体积

生活经验告诉我们, 气体的体积比固体和液体更容易被压缩。这说明气体分子之间的距离要比固体和液体中的粒子之间的距离大得多。在气体中, 分子之间的距离要比分子本身的体积大很多倍, 分子可以在较大的空间内运动。在通常状况下, 相同质量的气态物质的体积要比它在固态或液态时的体积大 1000 倍左右。