

食品化学分析

(修訂本)

下 册

〔美〕 M. B. 郝可白 著

李 颢 川 译

轻工业出版社

食 品 化 学 分 析

(修 訂 本)

下 册

[美] M. B. 邦 可 白 著
李 颖 川 译

轻 工 业 出 版 社

1966年·北 京

内 容 介 紹

食品化学分析应用于分析和鉴定食品的质量、纯度和营养价值；研究食品在貯藏时发生分解变质的原因和其他种种问题；提高食品制罐的加工技术；保障饮食的卫生安全等方面。

本书是一部比较全面地介绍食品化学分析方法的工具书。前曾译印，茲依照现出的第三版重行修订，补译入了新增的章节，分上、下两册出版。本册对各种食品如牛乳和乳酪；各种乳制食品；油和脂肪；糖食和碳水化合物；植物胶、谷类、淀粉、面包、果膏、果酱和其他水果蔬菜制品；香料、调味料、无酒精饮料及类似制品；肉类、肉制品、鱼类、蛋类等各种成分的分析、检验方法及具体的检验手续等作了详细的阐述。

本书专供食品工业部門的化验分析人员、科学研究人员和生产技术人员备用参考，同时也可供商品检验人员、卫生部門的化验分析工作人员以及大专院校的师生们的参考。

Morris B. Jacobs, Ph.D.

The Chemical Analysis of Foods and Food Products

Third Edition, 1958

本书根据美国 D. Van Nostrand Company 1958年第三版譯出

食 品 化 学 分 析

(修 订 本)

下 册

〔美〕M. B. 郑可白 著

李 颖 川 译

轻工业出版社出版

(北京永安路173号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第118号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经销

850×1168毫米1/32·16印张·409千字

1966年4月第1版

1966年4月北京第1次印刷

印数：1—2,500 定价：(10)2.40元

統一书号：15042·793

目 录

第十二章 牛乳和乳酪 (9)

(牛 乳 部 分)

第一节 牛乳的成分	(9)
第二节 组合的样品	(12)
第三节 比 重	(13)
第四节 脂 肪	(14)
第五节 全固体	(18)
第六节 蛋白质	(18)
第七节 酪 素	(18)
第八节 白蛋白	(19)
第九节 小量含氮组分	(20)
第十节 灰 分	(20)
第十一节 酸 度	(20)
第十二节 乳 糖	(21)
第十三节 加入的水	(21)
第十四节 快速分析法	(21)
第十五节 动物胶及其他加厚剂	(23)
第十六节 防腐剂	(23)
第十七节 外加脂肪	(24)
第十八节 氯化物试验	(24)
第十九节 对于热的稳定性试验	(24)
第二十节 杀菌牛乳	(25)
第二十一节 匀化的牛乳	(33)
第二十二节 软凝块牛乳	(34)
第二十三节 重新组合的牛乳	(35)
第二十四节 检定的牛乳	(39)
第二十五节 维生素D牛乳	(39)

第二十六节 增加多种维生素的牛乳	(40)
(乳 酪 部 分)	
第一节 脂 肪	(42)
第二节 酸 度	(44)
第三节 乳酪中其他组分的测定	(44)
第四节 加厚剂	(44)
第五节 重新组合的乳酪	(48)
第六节 外加脂肪	(50)
第七节 酸乳酪	(50)
第八节 粘滞乳酪	(51)
第九节 搅打乳酪	(51)
第十三章 乳制品	(53)
第一节 奶 油	(53)
第二节 干 酪	(61)
第三节 蒸发牛乳	(76)
第四节 浓缩牛乳	(78)
第五节 炼 乳	(78)
第六节 去脂牛乳	(80)
第七节 酪 乳	(80)
第八节 浓缩酪乳	(81)
第九节 乳 清	(81)
第十节 发酵牛乳	(82)
第十一节 补充的牛乳	(83)
第十二节 仿造牛乳	(83)
第十三节 牛乳饮料	(84)
第十四节 干乳制品	(84)
第十五节 麦芽乳粉	(86)
第十六节 冰淇淋	(88)
第十七节 食品中乳粉的检验	(99)
第十四章 油及脂肪	(105)
第一节 概 论	(105)
第二节 比重的测定	(111)

第三节	折射指数的测定	(112)
第四节	熔点的测定	(112)
第五节	脂酸冻点的测定	(113)
第六节	物理的状态	(113)
第七节	碘 值	(113)
第八节	硫氮值	(115)
第九节	皂化值	(120)
第十节	海耐尔值	(121)
第十一节	赖晓脱-奕塞尔值和泊仑司基值	(121)
第十二节	苟希纳值	(123)
第十三节	饱和及不饱和脂肪酸的测定	(124)
第十四节	游离脂肪酸或酸值的测定	(125)
第十五节	胆固醇和谷甾醇	(125)
第十六节	不皂化物的测定	(126)
第十七节	酸败的检验	(129)
第十八节	安定度试验	(133)
第十九节	未氢化猪脂肪中甘油三硬脂酸酯的检验	(136)
第二十节	花生油的检验	(138)
第二十一节	棉子油的检验	(139)
第二十二节	芝麻油的检验	(139)
第二十三节	硝酸试验	(141)
第二十四节	茶子油的检验	(141)
第二十五节	鱼肝油烯含量	(142)
第二十六节	凡仑太试验	(145)
第二十七节	甘油三乙酸酯的测定	(145)
第二十八节	各种试验结果的解释	(146)
第二十九节	对于脂肪制成品的分析法	(147)
第三十节	熟脂肪的固结度	(152)
第三十一节	空气并入量的测定	(154)
第十五章	糖食品和碳水化合物	(156)
第一节	概 述	(156)
第二节	澄清剂	(158)

第三节	单糖类	(160)
第四节	式糖类	(164)
第五节	多糖类	(166)
第六节	化学反应	(167)
第七节	定量方法	(173)
第八节	蔗糖	(179)
第九节	混合糖的分析	(184)
第十节	商品葡萄糖的分析	(196)
第十一节	蜂蜜的分析	(198)
第十二节	枫糖制品	(203)
第十三节	糖果的分析	(210)
第十六章	植物胶、谷类、淀粉、别种多糖、面粉和面包	(214)
第一节	植物胶	(214)
第二节	谷类分析	(235)
第三节	面粉的分析	(242)
第十七章	果膏、果酱和水果	(246)
第一节	果膏和蜜饯	(246)
第二节	果 酱	(249)
第三节	酪状果酱	(251)
第四节	果膏、果酱的分析法	(253)
第五节	水 果	(277)
第十八章	蔬菜制品	(297)
第一节	漂白程度的检验	(299)
第二节	酒精不溶固体	(302)
第三节	糖的测定	(303)
第四节	冻结蔬菜成熟度的测定	(305)
第五节	罐装豌豆的标准及检验法	(307)
第六节	罐装青豆的标准	(310)
第七节	罐装玉蜀黍的标准	(315)
第八节	番茄制品的标准	(318)
第九节	果仁和果仁制品的分析	(322)
第十九章	香料、香精、调味料	(324)

第一节	香 料	(324)
第二节	蛋黄酱和调味酱	(336)
第三节	香味萃出物及香精	(341)
第四节	醋	(351)
第二十章	无酒精飲料及类似制品	(361)
第一节	咖 啡	(361)
第二节	茶	(366)
第三节	可可制品	(370)
第四节	碳酸盐飲料	(387)
第二十一章	肉类、肉制品、鱼类和蛋类	(390)
第一节	肉 类	(390)
第二节	鱼 类	(411)
第三节	蝶 类	(413)
第四节	罐装小虾	(418)
第五节	蛋类及蛋制品	(418)
第二十二章	香味和品質的測量	(428)
第一节	香味的可取性	(428)
第二节	香味的測量	(430)
第二十三章	食品的染污和分解	(437)
第一节	检查整个食品中大的昆虫和动物的污染	(437)
第二节	染污物的回收方法	(444)
第三节	在萃取污物以前干扰组分的除去	(449)
第四节	对于虫粪的油澄清法和沉降法	(451)
第五节	分离和检验污物的一般方法	(453)
第六节	复制乳中污物的检验	(454)
第七节	奶油中污物的检验	(455)
第八节	干酪制品中污物的检验	(456)
第九节	面粉中污物的检验	(459)
第十节	香料中污物的检验	(460)
第十一节	黑莓和复盆子中污物的检验	(461)
第十二节	草莓中污物的检验	(462)
第十三节	蓝莓中污物的检验	(463)

第十四节	无花果糊中污物的检验	(463)
第十五节	蔓越橘果汁中污物的检验	(463)
第十六节	番茄制品中污物的检验	(464)
第十七节	玉蜀黍中污物的检验	(467)
第十八节	干蛋类中污物的检验	(468)
第十九节	干蛋中挥发脂肪酸的测定	(470)
第二十节	食品中乳酸的测定	(474)
第二十一节	食品中琥珀酸的测定	(482)
第二十二节	检验鱼的分解	(483)
第二十四章	野外試驗	(487)
第一节	目的	(487)
第二节	一般方法	(487)
第三节	关于牛乳的试验	(489)
第四节	关于食品的试验	(492)
第五节	物理试验	(495)
附 录	附 录	(496)

第十二章 牛乳和乳酪

(牛乳部分)

牛乳是健康乳牛的新鲜的乳分泌物，除生犊前15天和生犊后5天，以及自分娩至乳中不再有初乳(分娩后之初乳)的较长时期内所产的牛乳外，包括全部挤出的乳。普通所称的“乳”，即指牛乳而言。牛乳中含的大部分是水，其他为乳脂肪、乳糖、蛋白质和矿物质。这些可能以结合的状态存在，如脂肪-蛋白质、蛋白质-矿物质等。其主要的三种特殊成分是乳脂肪、酪素或酪蛋白和乳糖。

牛乳是人类食物中重要的食品之一。其中含有许多种极微量的组分是人类生长和健康所必需的。哺乳动物如不吃其他食物，单靠牛乳可以生活或保持生命达数周或数月之久。其他食物虽亦含有这些物质，但不若牛乳的易于同化(assimilable)。这些小量但极重要的组分是乳白蛋白、乳球蛋白、乳酸、钠、钾、钙、镁、氯化物、磷酸盐、柠檬酸盐、碘、胆甾醇、卵磷脂、酶和维生素A、B₁、B₂、C。

第一节 牛乳的成分

台维氏根据美国、英国、德国、苏格兰诸国的研究者分析数千个样品得出牛乳的实用分析成分如下：

脂 肪	3.71%
非脂固体	8.99%
全 固 体	12.7 %

台维氏又从许多研究者的工作和几尼瓦(Geneva)的“纽约农业实验站”得出牛乳中较重要组分的最大、最小和平均百分组成

如下表(表21)。

表21 牛 乳 的 成 分 表

		最 大	最 小	平 均	紐 約 州	安 特 雷 特
水	分	90.0	82.0	87.3	87.1	87.0
脂	肪	7.8	2.3	3.67	3.9	4.2
酪	素	—	1.5	2.86	2.5	—
白	蛋 白	—	0.5	0.56	0.7	—
总	蛋 白 質	4.5	2.0	3.42	—	3.27
乳	糖	6.0	3.5	4.78	5.1	4.78
灰	分	0.9	0.6	0.73	0.7	0.7
全	固 体	18.0	10.0	12.69	12.9	12.98
非	脂 固 体	10.6	7.5	8.77	9.0	8.77

对于牛乳成分更完备的说明如下表(表22)。

表22 牛 乳 的 成 分 及 其 說 明

部 分	組 分
类 脂 質	含有脂肪。由下列脂肪酸的甘油三酸脂組成(依其重要性排列): 油酸、軟脂酸、亞酸、硬脂酸、丁酸; 及次要的一己酸、辛酸、 桂酸、癸酸、十碳酸、十四碳酸、十六碳酸和花生酸。还有油 溶性的維生素、胆甾醇、叶黄素、磷脂質、腦脂質和卵磷脂。
蛋 白 質	酪素、乳白蛋白和乳球蛋白。这些蛋白質含有一些20或更多的氨 基酸, 包括全部必需的氨基酸在內。
碳 水 化 合 物	乳 糖。
矿 物 質	鈉、鉀、鈣、磷、氯和硫含量較大。鎂、銅、鉄、鋅、錳和碘含 量較小。也存在有碳酸盐。
維 生 素	維生素A (及其前身如胡蘿卜素)、硫胺素、抗坏血酸、維生素 D、維生素E、核黄素、烟酸、泛酸和維生素 B。都有存在。
酶	磷酸酶、淀粉酶、脂肪酶、过氧化氢酶、过氧化物酶、半乳糖酶、 还原酶。
其他有机物	檸檬酸、乳酸、肌酸、肌酸酐、尿素、胆碱。
气 体	二氧化碳、氧和氮。
水	

油酸是含量最多的脂肪酸。其次是软脂酸，再次是蔻酸、硬脂酸和丁酸。其余可视为小量的脂肪成分。酪素乳、白蛋白和乳球蛋白约占牛乳的含氮组分中93%。其余包括氨基酸类、酰胺类、磷脂类、嘌呤物质、氮、硫氰酸胆碱和核黄素是小量的含氮组分。

成分的改变 牛乳的成分随牛的品种而改变，如表23所示。又随一年间的季节、一日间的时间、每次挤乳的部分、乳牛的特性、乳牛的年龄、授乳的时期、饲料及其他因素而改变。泽稷牛(Jersey)、革因稷牛(Guernsey)和挨尔牛(Ayrshire)的乳汁比荷兰牛(Holstein)和荷属培尔脱牛(Dutch Belt)的乳汁含脂肪多。在初冬和冬末比在春季和初夏可多得牛乳。黄昏采乳比早晨为多。挤乳所得最初部分或称前乳，比最后部分或称挤干牛乳为贫乏。

乳牛的品种——除从理论上或从研究的立场观察外，一般是不关心这些牛乳成分的改变的，因为大量混合的各种牛乳，其中大多数不同点已经不见，而成平均的牛乳。但牛乳品种的关系很大，这可从表23见之。

其他关于牛乳的重要因素如下：产乳量与每个单位重量牛乳的全固体的能量值——即发热量，成反比例。换言之即每牛所产乳的总体积愈大，则乳中全固体的含量愈低。

表23 由于牛的品种而改变的牛乳成分

牛的品种	脂肪	乳糖	蛋白质	灰分	水
泽 稷 牛	5.43	4.85	3.96	0.75	85.01
革 因 稷 牛	5.16	4.80	3.92	0.75	85.37
挨 尔 牛	4.09	4.57	3.27	0.69	87.38
短 角 牛	3.91	4.80	3.27	0.73	87.29
英国佛里斯牛	3.63	4.62	3.11	0.71	87.93
荷属培尔脱牛	3.60	5.00	2.62	0.68	87.97
荷 兰 牛	3.39	4.89	2.99	0.69	88.04

牛乳的渗透压与血的渗透压相等。血的渗透压必须保持几乎不变，牛乳的渗透压亦须几乎不变。渗透压决定于溶剂中所含被溶解质点的个数。凝固点也决定于溶剂中被溶质点的个数。这些因数与其他连带的性质之间存在着数字的关系，有如蒸汽压与沸点，所以牛乳的凝固点亦稍有改变，可以作为正常牛乳的一个指数。在第二章“物理化学法”中已详细说明凝固点的降低或冰点的测定法。这方法可用以测定牛乳和乳酪中加入水的量。

哺乳动物的乳 各种哺乳动物乳的平均成分见表24。

表24 各种哺乳动物乳的平均成分

种	类	样品个数	水分%	蛋白質 ^① %	脂肪%	乳糖%	灰分%
人	乳	1,154	87.43	1.63	3.75	6.98	0.21
人	乳	—	87.68	1.05	4.37	6.79	0.18
牛	乳	1,998 ^②	86.21	3.77	4.45	4.86	0.72
牛	乳	208 ^③	87.90	3.13	3.65	4.50	0.72
山	羊 乳	326 ^④	87.14	3.71	4.09	4.20	0.78
綿	羊 乳	2 ^④	82.90	5.44	6.24	4.29	0.85
埃 及	水 牛 乳	61	82.09	4.16	7.96	4.86	0.78
中 国	水 牛 乳	30 ^④	76.80	6.04	12.60	3.70	0.86
菲 律 宾	水 牛 乳	19 ^④	78.46	5.88	10.35	4.32	0.84
駱 駝	乳	—	87.61	2.98	5.38	3.26	0.70
馬	乳	104	89.04	2.69	1.59	6.14	0.51
馬	乳	—	90.23	2.30	0.78	6.42	0.44
驢	乳	—	89.70	2.10	1.50	6.40	0.30
馴 鹿	乳	—	63.30	10.30	22.46	2.50	1.44

① 6.38×氮。

② 从14只埃尔牛，16只革因瘦牛，19只荷兰牛，和15只泽瘦牛的纯种乳牛，及从66只革因瘦-荷兰杂交种乳牛的198个全产乳期所得的样品

③ 208个纽约牛群的样品。

④ 动物的只数用作样品。

第二节 組合的样品

分析牛乳最好用新鲜的单独样品，但往往不可能或实际不许

可得到这种样品；因此采取组合的样品，如市售的牛乳或制造用的牛乳。组合的牛乳样品可作一定义为：从一个单独供应来源而按各次递交的比例混合配制而成的样品。

在制备或采取一个组合样品时，用取样管或有柄杓按每只牛乳样品体积的比例量(但不少于10毫升)，移置于组合样品瓶中。此瓶应贴有适当的标签，并具有能严密塞住的塞子妥为密封。这种组合样品，贮存不应超过15天。

组合的样品也和单独样品一样，若在一、二天内不能分析，虽经冷藏，也应加防腐剂如甲醛、氯化汞或重铬酸钾去保护。氯化汞是最普通用的化学品。若不可用或因妨碍以后的测定而不能用这些防腐剂，则应将样品贮于冰中，但不可冻结。

样品不可任其冻结，每天应轻轻搅拌，以防止乳酪层积聚后不易分散。这样也可帮助防腐剂的分布均匀。

第三节 比 重

牛乳是一种脂肪与水的乳状液，因此它的比重是脂肪的比重和水溶液比重的函数。脂肪的比重约为0.93而非脂固体的比重为1.5。所以若牛乳的脂肪含量增加则其比重减低，反之若非脂固体增加则牛乳的比重也增加。实际测得的比重是这两个比重的函数。正常牛乳的比重约在1.027~1.035范围以内，平均在15.5°C (60°F) 为1.032。但通常用以校正乳比重表的平均值为1.029。

牛乳的比重普通用乳比重表测定，也可用比重瓶测定。美国纽约卫生局规定的牛乳比重表是将液体比重表分刻度数自80~120°，其中100°等于牛乳的平均比重1.029。这牛乳比重表是在15.5°C (60°F) 校正的，故应在此温度时读数。若不是在此温度则可校正如下：在15.5°C以上每增2.8°C (5°F) 加读数2°，在15.5°C (60°F) 以下每降低2.8°C 减读数2°。

另有一种乳表是块文 (Quevenne) 式乳表，其刻度分为25等分，自15~40，其中29等于平均牛乳比重1.029。此表亦在15.5°C

校正的，应在该温度中读数。若不在该温度可校正如下：在 15.5°C 以上每增加 0.55°C (1°F)，加读数0.1；在 15.5°C (60°F) 以下，每低 0.55°C (1°F)减读数0.1。

测定手續 将牛乳从一容器倒入另一容器中，使充分搅和，但注意尽量勿使空气混入。最后置乳于适当的圆筒中。将牛乳比重表插于牛乳中，任其浮起至一定的水平。这样操作目的是克服表面张力和粘度的影响。记录读数和温度，并校正温度的差数。若用纽约卫生局乳表则应将读数乘以0.29，即转换至块文刻度。在块文刻度读数前面加1.0则得比重，换言之，块文读数成为1.0以后的百分位和千分位小数。

第四节 脂 肪

测定牛乳中的脂肪有几个目的。迈脱曾将这些目的归纳为：

(1)根据脂肪含量作为牛乳代价的基础；(2)检验制造奶油和干酪时损失的脂肪，因此包括防止这种损失的作用；(3)作为一种方法用以检验牛乳的掺水或去脂；(4)作为一种方法借以鉴别生产低脂肪牛乳的乳牛，因此包括选择较好的牛种而淘汰较差的乳牛的作用。

测定牛乳中的脂肪有许多方法，其中以班白壳克 (Babcock) 法和哥勃 (Gerber) 法为最快和最简便。罗司-哥脱里白 (Roesse-Gottlieb) 法是最好而较准确的方法。

班白壳克法 此法依靠牛乳中除脂肪和类脂质外，其他组分都溶解于硫酸，以及以后在专用的细颈刻度的瓶中用离心法将上层液与较重的硫酸层分开，从而读出脂肪量。

测定手續 从混合好的样品中用17.6-毫升标准吸管在 15.5°C 时量取18克牛乳，置于标准的试乳瓶(图53)中。加17.5毫升标准商用硫酸，比重1.813，这种硫酸，可免脂肪层的焦化。摇动至全部凝乳消失，再继续摇动约半分钟。在混合以前牛乳和酸的溫度应在约 15.5°C ，否则必须调节酸量，使在一定速度显出顏

色。

同时置数只试瓶于班白壳克离心机中以适当的速度摇转 5 分钟。用至少 98.4°C (200°F) 的热水装入试瓶，至达瓶颈的底部。摇转 2 分钟，再用 98.4°C 热水装满至刻度的顶部，再摇转 1 分钟。若有许多个试样同时测定，可置这些样品的试瓶于 $57\sim 60^{\circ}\text{C}$ ($135\sim 140^{\circ}\text{F}$) 水浴中 5 分钟。读取脂肪百分数，从瓶颈内脂肪柱的最低点起至其顶部月弧的最高点为止。放弃脂肪柱不清楚的结果。有些离心机装有加热器，如用这种机器，加入水的温度不应低于 71°C (160°F)。班白壳克法采用严格规定的标准吸管和标准试瓶。

哥勃法 此法依靠牛乳中除脂肪以外的其他组分溶解于硫酸，并用戊醇帮助分解乳状物及防止脂肪层的焦化。要用纯的戊醇，并经用水代替牛乳按照同样方法试验，所得脂肪读数应为零。戊醇与硫酸作用产生一种酯，但它能完全溶解于硫酸，故对测定脂肪无影响。脂肪是用离心法分开，它与类脂物一同在乳油计中毛细管刻度部分形成透明的上层液。此法显著的优点是只须离心一次。若戊醇的空白试验有显明的脂肪读数，则必须弃去不用。在此法中只有无脂肪读数的戊醇才可以用。

测定手續 量取 10 毫升硫酸(比重 1.82)于乳油计(图 54)中。用 11-毫升吸管小心而准确地吸加 11 毫升牛乳样品(相当于 11.33 克)和 1 毫升戊醇。酸和牛乳的温度须近于 15.5°C 。在混合

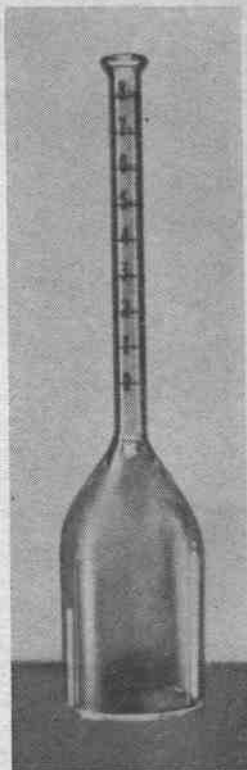


图 53 班白壳克试乳瓶

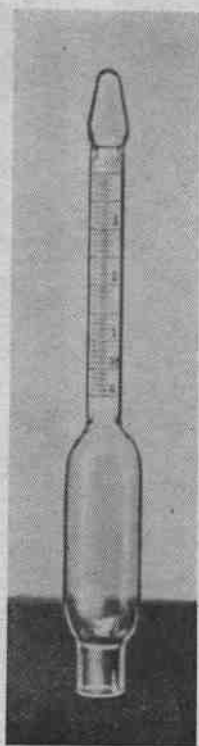


图54 哥勃乳油计

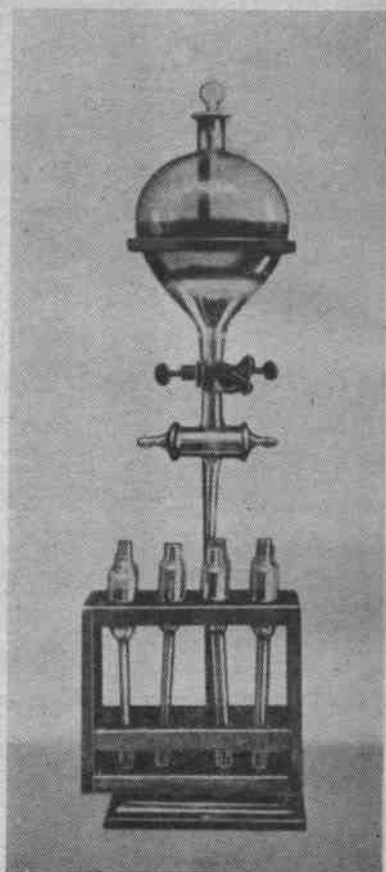


图55 10cc.自动滴量计

两液以前，必须紧塞瓶子振摇之。待凝乳完全溶解后，倒转试瓶数次，使瓶颈余留的酸与其他部分混合。置诸瓶于哥勃式离心机中或班白壳克离心机的应接管中，以所用机器的适当速度摇转5分钟。机器如能加热，应保持在 71°C (160°F)，用加热的机器常能得更好的结果。立刻取出读取数字，调节塞子使脂肪柱的底部与刻度上零格或最大格相符，读取脂肪柱上层或月形的最低部