卡尔费休
试剂

AQUAMICRON
KARL FISCHER REAGENTS

什么是卡尔费休法？

如下面化学反应公式（1）所示，卡尔·费休法使用卡尔费休试剂测定水分含量，该试剂定量地、有选择性地与水发生反应。卡尔费休试剂的组成成分是碘、二氧化硫、盐基和溶剂，例如酒精。

$$I_2+SO_2+3Base+ROH+H_2O \Rightarrow 2Base \cdot HI+Base \cdot HSO_4R \quad \cdots\cdots (1)$$

如下所述，这种方法可以用于容量及库仑滴定系统。

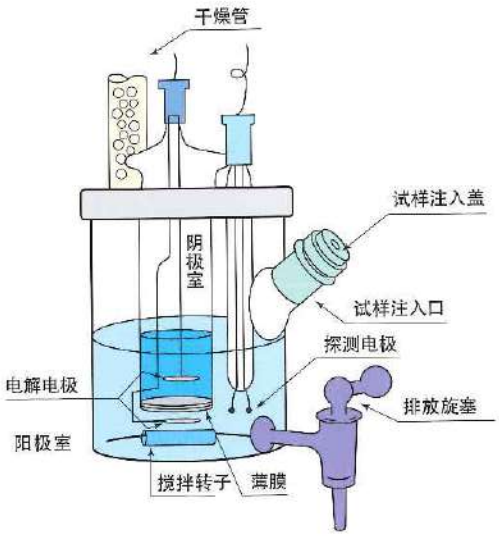

图1：库仑水分仪的电解池

库仑滴定

用库仑滴定法滴定。将试样加入电解液中，其主要成分是碘化物离子、二氧化硫、盐基，以及溶剂（例如酒精）。如公式（2）所示，通过电解氧化作用产生碘，直接与卡尔费休试剂发生反应。

$$2I^- - 2e \Rightarrow I_2 \quad \cdots\cdots (2)$$

按照法拉第定律，碘的产生与电量成正比。这就意味着，含水量可以从电解氧化所需库仑数直接得出来。

1mg的水=10.71库仑

如图1所示，需要两种类型的库仑试剂：一种是阳极电解液，置于电解池的阳极室中，另外一种是阴极电解液，置于电解池的阴极室中。库仑试剂不需要估定。另一个优点是可以反复使用。

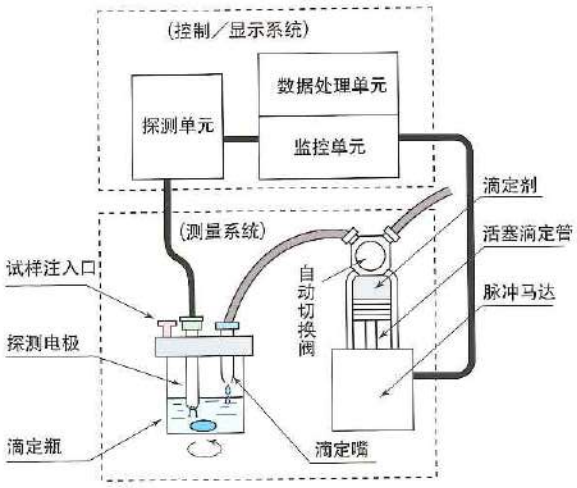

图2：容量水分仪

容量滴定

在一个烧瓶中放入适合于试样的脱水溶剂。用滴定剂从该溶剂中转移所有的水分。然后，加入试样。用滴定剂进行滴定，滴定量（mgH_2O/mL）是事先确定的。试样的水分含量是由滴定容量（mL）确定的。使用恒定电流极化电压法探测终点。图2显示了典型的在市场上销售的自动容积滴定系统的各个组成部分。

AQUAMICRON 系列

AQUAMICRON® 是三菱化学株式会社注册商标。

卡尔费休法的应用范围

卡尔费休法广泛应用于多种物质。但是，该方法取决于一种基于卡尔费休试剂与水反应的碘定量法。如果试样含有能够与碘发生反应的物质，其结果就会显示一个正误差；如果试样含有某些通过碘化物氧化而产生碘的物质，其结果就是一个负误差。下表分别列出了可以用卡尔费休试剂直接滴定的物质；不能直接滴定，但可以通过调整适当的化学反应或过程然后进行滴定的物质；以及能与卡尔费休试剂发生反应，因而不适用于直接滴定的物质。即使某种物质不能直接滴定，其水分还可以用间接方法加以测定，比如水汽化法。详情请向www.mcckf.com垂询。

可以直接滴定的化合物

有机化合物	
碳氢化合物（饱和、不饱和化合物）、 酒精、多羟基醇类、苯酚，醚类、 惰性酮类（二异丙基酮类等）、 惰性醛类（甲醛、三氯乙醛等）有机酸类、 羟基酸类、氨基酸 酸酐 酯类、内酯、无机酸酯类 胺类（<pKa9），氨基乙醇 蛋白质、氨基化合物、苯胺类 腈、氰化醇类、氰酸衍生物	硝基化合物，肟，羟氨基酸类 卤代烃、酰基卤化物 糖类、有机盐及其水合物
无机化合物	
无机盐及其水合物。 无机酸类 盐形化合物 化肥 碳酸钙 聚钨盐类	

能与卡尔费休试剂发生反应不能直接滴定的化合物

有机化合物	
维生素C、二酰基过氧化物、 过酸类、醌类。	氧化铁、氧化镍、三氧化砷、 砷酸盐、亚砷酸盐、硼酸盐、氧化硼、 碳氢化合物、碳酸盐、 金属水合物、金属氧化物、 亚硫酸盐、焦亚硫酸盐、 亚硝酸钠、硫代硫酸盐、 二价铜盐、二价锡盐
无机化合物	
硫化钠、过氧化钠、 铬酸盐、重铬酸盐	

经过特殊流程处理或在特定条件下可以直接滴定的化合物

虽说下列化合物经过如下处理可以直接滴定，但事前检查还是必要的。

化合物	处理流程
氨水	添加乙酸。
含铁盐类	添加8-羟基喹啉。
肼衍生物	添加乙酸。
羟胺盐类	添加二氧化硫：吡啶溶液（1：1）。
硫醇（硫醇）	添加石蜡（辛烯等）以防止干扰。
硫磺酸	如果硫磺酸纯度为92%或更高，则加大量的吡啶并将其作为一种盐来滴定。
硫代酸	添加石蜡（辛烯等）以防止干扰。
硫脲	添加石蜡（辛烯等）以防止干扰。

举例说明AQUAMICRON®是如何用于那些可引起干扰的化合物

化合物	干扰反应	处理过程	
		容积滴定	库仑滴定
酮类	与甲醇反应，生成酮缩醇和水。	滴定剂SS-Z + 溶剂KTX 滴定剂SS + 溶剂CP	AKX + CXU
醛类	与甲醇反应，生成乙缩醛和水。 与二氧化硫和水反应。	滴定剂SS-Z + 溶剂 KTX 滴定剂SS + 溶剂CP	AKX + CXU （仅适于某种芳香醛类）
低羧基酸类	与甲醇反应，生成酯和水。	滴定剂SS-Z + 溶剂KTX 滴定剂SS + 溶剂CP	AKX + CXU
pKa 9 以上的胺类	逐渐消耗碘，终点变得不稳定。	滴定剂SS-Z + 溶剂KTX 水杨酸10g 滴定剂SS + 溶剂CP 水杨酸10g	AXI/AX + 水杨酸10g CXU

使用水汽化系统

卡尔费休水分测量系统可以和水汽化系统联合使用，测量一些不适于直接滴定的物质和工业品的水分含量。包括聚合物，如塑料和橡胶；新材料，如碳纤维；电子材料，如印刷电路板和晶片；印刷材料，如调色剂。库仑试剂特别适用于水分痕量的测定。一种专门为油类设置的水汽化系统，可以用于测定那些含有干扰物质试样中的水分含量，比如含有添加剂的石油产品（例如润滑油）。

库仑试剂

有两种类型的库仑试剂：电解池阳极室中的 阳极电解液（生成溶液）；以及阴极室中的阴极电解液（逆电解液）。此外还有专门用于酮类、低羟基酸和硅油的阳极电解液。AQUAMICRON® 可以用于许多公司销售的库仑水分测量系统，性能卓著，享誉全球。

品名		代码	规格	包装	主要溶剂	用途
AQUAMICRON®	AXI	XAMI	最大水分 0.15mgH_2O/ml	500mL 玻璃瓶	甲醇，碳酸丙烯酯	*AXI【适用于玻璃型或无玻璃型电解池，等同于 FLS】 *AXI,AX&AX01【一般用途】 有机溶剂，无机物化学品，油类，石油产品，各种汽油等。
	AX	XAMA				
	AX01	XAMA01		100mL 玻璃瓶		
	AS	SAMA	最大水分 0.15mgH_2O/ml	500mL 玻璃瓶	甲醇，氯仿	【用于油类】 石脑油，汽油，柴油，绝缘油等。
	AKX	AKX	最大水分 0.15mgH_2O/ml	500mL 玻璃瓶	碳酸丙烯酯，二甘醇一甲醚	【用于酮类】 酮类，硅油，低羟基酸等。
	CXU	CXU	最大水分 0.6mgH_2O/ml	5mL 安瓿 ×10/ 盒	甲醇	【阴极电解液】 AX 和 AS 和 AKX 都可以结合
	FLS	FLS	最大水分 0.15mgH_2O/ml	500mL 玻璃瓶	甲醇，碳酸丙烯酯	【适用于无玻璃型电解池】 有机溶液，无极气体等。

AQUAMICRON® AXI/CXU or AX/CXU

用途：一般试样

特性：
- 最小限度环境污染
  - 不含四氯化碳或氯仿
- 用途广泛
  - 适用于石油产品
  - 可以用于水分汽化方法（AQUAMICRON® AXI 或 AX 用于水分汽化法时，用甲醇补充已经汽化的部分。）
- 高质量，高性能
  - 因精确测定水分及终点稳定而声誉卓著。
    用 100mL 的 AQUAMICRON® AXI 或 AX 可以测定大约 800mg 的水分。
    用 5mL 的 AQUAMICRON® CXU 可以测定大约 150mg 的水分。
- 易于使用
  - 这些产品可以在现有库仑水分测量系统中使用。

AQUAMICRON® AS/CXU

用途：一般试样

特性：
- 用途广泛
  - 尤其适用于油类，石油产品。
- 高质量，高性能
  - 因精确测定水分及终点稳定而声誉卓著。
  - 用 100mL 的 AQUAMICRON® AS 可以测定大约 800mg 的水分。
    用 5mL 的 AQUAMICRON® CXU 可以测定大约 150mg 的水分。
- 易于使用
  - 这些产品可以在现有库仑水分测量系统中使用。

AQUAMICRON® AKX/CXU

用途：酮类，低羟基酸，某些醛类（芳族化合物）

特性：
- 最小限度环境污染
  - 不包含氯仿或甲基溶纤剂
- 用途广泛
  - 适用于酮类、低羟基酸及一些醛类
- 高质量，高性能
  - 因精确测定水分及终点稳定而声誉卓著。
  - 用 100mL 的 AQUAMICRON® AKX 可以测定大约 300mg 的水分。
    用 5mL 的 AQUAMICRON® CXU 可以测定大约 150mg 的水分（与 AQUAMICRON® AKX 一起使用时）。
- 易于使用
  - 这些产品可以在现有库仑水分测量系统中使用。

AQUAMICRON® AXI/FLS

用途：适用于酒精，酮类，苯，甲苯，无机气体等。

特性：
- 易于使用
  - AQUAMICRON® AXI 或 FLS 是一种单溶液型试剂。应在无隔膜的单溶液电解池和无玻璃型电解池中使用。
  - 可以用于水分汽化法（AQUAMICRON® AXI 或 FLS 用于水分汽化法时，用甲醇补充已经汽化的部分。）
- 易于维护
  - 没有使用陶瓷隔膜，因而方便维护电解池于良好状态。

测量试样的例子

使用 AQUAMICRON® AXI/CXU 或 AX/CXU 测量试样的例子

仪器：CA-200 水分测量仪（三菱化学株式会社）
试样量：0.7-1.7g，使用卡式炉方法时为 0.08g
试剂：AQUAMICRON® AXI 或 AX 100mL，AQUAMICRON® CXU 5mL

试样名称	AQUAMICRON® AXI/CXU		AQUAMICRON® AX/CXU	
	测出水分	RSD，%	测出水分	RSD，%
甲苯	82.4（1min）	0.27	84.0（1.7min）	1.2
己烷	33.8（0.7min）	0.5	33.9（1.4min）	1.7
乙酸乙酯	227（1.3min）	0.52	227（1.4min）	0.19
1- 丙醇	834（1.5min）	1.2	831（2.5min）	0.6
乙二醇	227（1.3min）	0.68	222（1.9min）	1.9
N- 甲基吡咯烷酮	670（1.6min）	0.3	671（2.6min）	0.26
甲酰胺	536（1.5min）	0.61	533（2.3min）	0.42
固体水标准（卡式炉方法）	3.76%（14-17min）	0.66	3.76%（14-15min）	1.5

n=3 时的平均值　单位：ppm（除非另外注明为 %）

使用 AQUAMICRON® AKX/CXU 测量试样的例子

仪器：CA-200 水分测量仪（三菱化学株式会社）
试样量：0.5-1.0g
试剂：AQUAMICRON® AKX 100mL，AQUAMICRON® CXU 5mL

试样名称	AQUAMICRON® AXI/CXU
	测出水分
甲酸	无法测量
乙酸	153
丙酸	659
丙酮	0.166%
乙酰丙酮	270
丁酮	771
甲基异丁基酮	626
环己酮	330
3- 苯基丙醛	0.226%
三氯乙醛	249
苯甲醛	483
水杨醛	0.116%

n=3 时的平均值　单位：ppm（除非另外注明为 %）

使用 AQUAMICRON® AXI 或 FLS 测量试样的例子

仪器：CA-200 单液型电极水分测量仪（三菱化学株式会社）
试样量：0.5-2.0g
试剂：AQUAMICRON®AXI 或 FLS 100mL

试样名称	AQUAMICRON® AXI		AQUAMICRON® FLS	
	测出水分	RSD，%	测出水分	RSD，%
甲醇	91.8	1.27	93.4	0.95
乙醇	299	0.79	310	0.26
甲苯	46.7	4.55	19.7	1.55
己烷	29	4.03	30.7	2.68
乙酸乙酯	14.2	1.5	145	0.46
乙二醇单甲醚	168	1.13	172	1.49
乙二醇	97.8	7.47	96.3	3. 16
乙腈	94	1.85	95.1	3.59
N,N- 二甲基甲酰胺	837	0.05	851	0.32

n=3 时的平均值　单位：ppm（除非另外注明为 %）

仪器：CA-200 单液型电极 + VA-200（三菱化学株式会社）
试样量：使用卡式炉方法时为 0.05-0.2g
试剂：AQUAMICRON®AXI 或 FLS 150mL

试样名称（卡式炉方法）	AQUAMICRON® AXI		AQUAMICRON® FLS	
	测出水分	RSD，%	测出水分	RSD，%
聚对苯二甲酸乙二酯	0.46%	0.22	0.46%	2.6
聚苯乙烯	245	1.18	238	2.5
尼龙 6.6	2.35%	0.27	2.42%	1.01

n=3 时的平均值　单位：ppm（除非另外注明为 %）

容积滴定法试剂

容积滴定所需要的是卡尔费休滴定剂和甲醇或脱水溶剂（用于溶解或分散试样）。
AQUAMICRON®提供多种产品，适用于测量各种试样在各级别上的水分含量。用户可以根据下表选择适用于其试样的溶剂。

SS-Z 系列（无吡啶及无氯仿类型）

品名		编号	规格	包装	主要溶剂	用途
AQUAMICRON®	滴定剂 SS-Z	SSZ10M	滴定量 0.7~1.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	二甘醇一甲醚	【一般用途】 低含水分
		SSZ30M	滴定量 2.5~3.5mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	二甘醇一甲醚	【一般用途】
		SSZ50M *SSZ50L	滴定量 4.5~5.5mgH_2O/mL	500mL， *1升玻璃瓶	二甘醇一甲醚	【一般用途】 高含水分
	溶剂 GEX	GEX	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲醇	【一般用途】有机溶剂，无机化学品， 农用化学品，医药品，化肥，清洁剂， 食品，等等
	溶剂 OLX	OLX	含水量 0.5mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	己醇 乙醇	【用于油类】石脑油，汽油，柴油， 绝缘油，等等
	溶剂 OLII	OL2	含水量 0.3mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿 甲醇	【用于油类和脂肪】石脑油，汽油，柴油， 重油，绝缘油，油类和脂肪（硬化油， 人造黄油等），等等
	溶剂 KTX	KTX	含水量 0.5mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	碳酸丙烯酯 二甘醇一甲醚	【用于酮类】酮类，硅油，乙酸和其它低羟基酸，醛类（乙醛除外），等等。
	溶剂 SU	SSU	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲酰胺 甲醇	【用于糖类】糖类，蛋白质，胶质， 添加剂，动物饲料，等等

在使用水分汽化方法时，将溶剂GEX与丙二醇（PG）按照3：1的比例（例如：90mL的GEX + 30mL的PG）进行混和。
使用溶剂KTX时，需要对参数作适当的调整。请向仪器制造商垂询。
在并用50mL SU溶剂时，加入 3g水杨酸，可缩短第一次测量时的脱水时间。

SS 系列（吡啶型）

品名		编号	规格	包装	主要溶剂	用途
AQUAMICRON®	滴定剂SS	GKS10M	滴定量 0.7~1.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿，吡啶	【一般用途】 低含水分试样
		GKS30M	滴定量 2.5~3.5mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿，吡啶	【一般用途】
		GKS100M	滴定量 8~12mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿，吡啶	【一般用途】 高含水分试样
	溶剂ML	GML	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲醇	【一般用途】有机溶剂，无机化学品， 农用化学品，医药品，化肥，清洁剂， 食品，等等
	溶剂MS	GMS	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲醇，吡啶	【一般用途】有机溶剂，无机化学品， 农用化学品，医药品，化肥，清洁剂， 食品，等等
	溶剂CM	GCM	含水量 0.3mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿，甲醇	【用于油类】石脑油，汽油，柴油， 重油，绝缘油，油类和脂肪（硬化油， 人造黄油等），等等
	溶剂CP	GCP	含水量 0.5mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	氯仿， 碳酸丙烯酯	【用于酮类】酮类，硅油，乙酸和其它低羟基酸，醛类（乙酰除外），苯胺等等
	溶剂PP	GPP	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	吡啶，丙二醇	【用于醛类】乙醛、丙醛、丁醛，等等
	溶剂PE	GPE	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	吡啶，乙二醇	【用于酮类】酮类，硅油，乙酸和其它低羟基酸，醛类（乙酰除外），苯胺等等
	溶剂FM	GFM	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲酰胺，甲醇	【用于糖类】糖类，蛋白质，胶质， 添加剂，动物饲料，等等
	溶剂ME	GME	含水量 0.2mgH_2O/mL	500mL 玻璃瓶	甲醇，乙二醇	【用于汽化器】气态试样，氮气，等等

在使用水分汽化方法时，将溶剂MS与丙二醇（PG）按照3：1的比例（例如：90mL的GEX + 30mL的PG）进行混和。
在并用50mL FM溶剂时，加入3g水杨酸，可缩短第一次测量时的脱水时间。

试样测量的例子

仪器：容积湿度计 KF-200或KF-100（三菱化学株式会社）

一般试样

试样	试样数量 (g)	SS-Z 5mg	SS 3mg	composite 5
		溶剂 GEX	溶剂 MS	溶剂 GEX
甲醇	4.0	627ppm	622ppm	630ppm
乙醇	3.8	524ppm	521ppm	530ppm
异丙醇	4.0	227ppm	228ppm	226ppm
乙二醇	5.5	237ppm	236ppm	242ppm
丙二醇	5.0	167ppm	164ppm	164ppm

胺类

试样	试样数量 (g)	SS-Z 5mg	SS 3mg	composite 5
		(GEX+水杨酸)	(MS+水杨酸)	(GEX+水杨酸)
二乙醇胺	3.0	0.126%	0.128%	0.128%
单乙醇胺	1.8	0.291%	0.301%	0.302%
二-n-丁胺	0.8	0.221%	0.218%	0.224%

食用油类

试样	试样数量 (g)	SS-Z 5mg	SS 3mg	composite 5
		溶剂 OLX	溶剂 CM	Solvent Oil
色拉油	9.5	362ppm	359ppm	356ppm
橄榄油	10	409ppm	396ppm	401ppm

糖类

试样	试样数量 (g)	SS-Z 5mg	SS 3mg	composite 5
		溶剂 SU	溶剂 FM	溶剂 SU
速溶咖啡	0.1	2.23%	2.12%	2.23%
蜂蜜	0.02	17.3%	17.2%	17.7%
脱水奶油	0.1	2.94%	2.94%	2.94%

酮类

试样	试样数量 (g)	SS-Z 5mg	SS 3mg	composite 5 K
		溶剂 KTX	溶剂 CP	Ketosolver
丙酮	3.9	0.162%	0.167%	0.173%
丁酮	2.2	610ppm	619ppm	678ppm
乙酰丙酮	4.7	461ppm	465ppm	525ppm
环己酮	0.8	755ppm	730ppm	890ppm

一般试样

试样	试样数量 (g)	SS-Z 1mg	composite 1
		溶剂 GEX	溶剂 GEX
甲苯	4.6	139ppm	139ppm
二甲苯	4.1	168ppm	170ppm
氯仿	15	44ppm	44ppm

油类

试样	试样数量 (g)	SS-Z 1mg	composite 1
		溶剂 OLX	Solvent Oil
汽轮机油	8.6	41ppm	38ppm
绝缘油	8.9	39ppm	38ppm

SS-Z 系列

SS 系列

水性标准试剂

要使试剂标准化，并按照ISO、ASTM、JIS的要求检验滴定仪，必须有可靠的参照试剂。
AQUAMICRON® 提供一系列优秀的标准试剂，其具有如下优点：气味淡且无害，易于使用和管理。为了确保高质量，所有的水性标准试剂都是在严格的监控下生产，并按照在法国的国际计量局（BIPM）的验证程序进行精确计量的。
此外，AQUAMICRON® 水标准试剂（AWS01、AWS02、AWS10和AWS100）都是直接源于NIST SRM 2890。

液体水标准试剂（有测试证书）

品 名	代 码	规 格	包 装	主要溶剂	用 途
AQUAMICRON® 水性标准试剂0.1	AWS01	水分0.1 ±0.01mgH_2O/g	5mL 安瓿×10/盒	碳酸丙稀	用于检查库仑水分仪的精确度
AQUAMICRON® 水性标准试剂0.2	AWS02	水分0.2 ±0.01mgH_2O/g	5mL 安瓿×10/盒	碳酸丙稀	用于检查库仑水分仪的精确度
AQUAMICRON® 水性标准试剂 1	AWS10	水分 1.0±0.05 mgH_2O/g	5mL 安瓿×10/盒	碳酸丙稀	用于检查库仑水分仪的精确度
AQUAMICRON® 水性标准试剂 10	AWS100	水分 10±0.5 mgH_2O/g	8mL 安瓿×10/盒	碳酸丙稀	用于确定卡尔费休试剂的滴定度

固体水标准试剂（有测试证书）

品 名	代 码	规 格	包 装	主要溶剂	用 途
AQUAMICRON® 固体水性标准试剂	SWS	水分 3.83±0.1%	10g 玻璃瓶	酒石酸二钾盐	用于使用带水分气化装置水分仪

检查溶液

品 名	代 码	规 格	包 装	主要溶剂	用 途
AQUAMICRON® 检查溶液P	GCHP	水分 3.8±0.2mgH_2O/mL	100mL 玻璃瓶 带隔膜帽	碳酸丙稀	终点的调节溶液可以与AX和AKX一起使用。也可以用于对库仑水分测定系统的日常管理。

标定滴定量的液体标准试剂

品 名	代 码	规 格	包 装	主要溶剂	用 途
AQUAMICRON® 标准水/甲醇	GMW20	2.0±0.04mgH_2O/mL	250mL 玻璃瓶	甲醇	用于标定卡尔费休试剂（3-10mg H_2O/mL）的滴定量。也可用于逆滴定。

富士胶片和光(广州)贸易有限公司
labchem.fujifilm-wako.com.cn
广州市越秀区先烈中路69号东山广场30楼3002-3003室
北京 Tel：010 64136388　　上海 Tel：021 62884751
广州 Tel：020 87326381　　香港 Tel：852 27999019
询价：wkgz.info@fujifilm.com

官方微信　　目录价查询