

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 128—2022

碱性氮分析仪校准规范

Calibration Specification for

Basic Nitrogen Analyzer

2022—01—04 发布

2022—02—15 实施

安徽省市场监督管理局 发布

碱性氮分析仪校准规范

Calibration Specification for

Basic Nitrogen Analyzer

JJF (皖) 128—2022

归口单位：安徽省医化计量技术委员会

主要起草单位：安庆市计量测试所

参加起草单位：泰州市姜堰分析仪器厂

中国石油化工股份有限公司安庆分公司

本规范条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

方联欧（安庆市计量测试所）

金海庆（安庆市计量测试所）

马 文（安庆市计量测试所）

吴 姚（安庆市计量测试所）

参加起草人：

曹长林（泰州市姜堰分析仪器厂）

孙宝艳（中国石油化工股份有限公司安庆分公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 电计示值误差.....	2
4.2 电计示值重复性.....	2
4.3 电计输入阻抗.....	2
4.4 滴定管容量.....	2
4.5 仪器示值误差.....	2
4.6 仪器示值重复性.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 校准用设备.....	2
6 校准方法.....	3
6.1 电计示值误差.....	3
6.2 电计示值重复性.....	3
6.3 电计输入阻抗.....	4
6.4 滴定管容量误差.....	4
6.5 仪器示值误差和重复性.....	5
7 校准结果表达.....	6
8 复校时间间隔.....	6
附录 A.....	7
附录 B.....	8
附录 C.....	10
附录 D.....	13
附录 E.....	15

引 言

本规范编制依据 JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》, JJF1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》, 并充分考虑了 JJG814-2015《自动电位滴定仪》、NB/SH/T 0980-2019《石油馏分中碱性氮含量的测定电位滴定法》、SH/T0612-92《石油产品中碱性氮测定法》等规范和标准的要求。

本规范为首次制定。

碱性氮分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于采用电位滴定法对石油产品中碱性氮含量进行测量的碱性氮分析仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG814-2015 自动电位滴定仪

NB/SH/T 0980-2019 石油馏分中碱性氮含量的测定电位滴定法

SH/T0612-92 石油产品中碱性氮测定法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

碱性氮分析仪是将样品溶解于二甲苯—冰乙酸混合溶剂中，用高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液进行电位滴定，根据滴定电位变化率的大小确定拐点位置，通过终点消耗的高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的浓度和体积，计算样品中碱性氮的含量。

碱性氮分析仪通常由计算机、滴定装置、数据处理系统等部分组成，其结构原理见图 1。

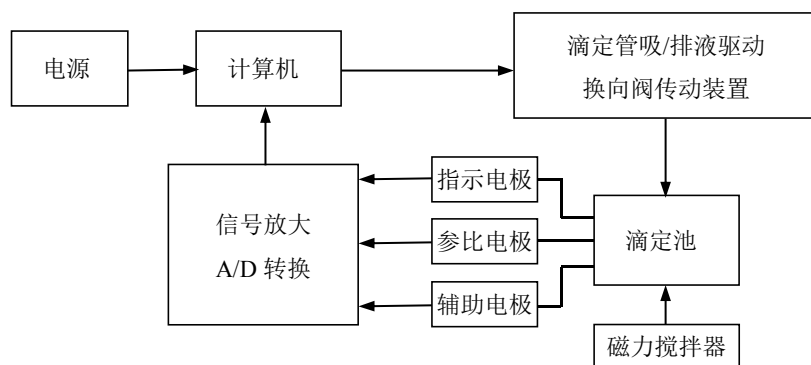


图 1 碱性氮分析仪结构示意图

4 计量特性

4.1 电计示值误差

电计示值误差不超过 $\pm 0.1\%FS$ 。

4.2 电计示值重复性

电计示值重复性不大于 0.05% 。

4.3 电计输入阻抗

电计输入阻抗不小于 $1 \times 10^{12} \Omega$ 。

4.4 滴定管容量

滴定管容量为 10mL ，滴定管容量误差不超过 $\pm 0.1\%FS$ 。

4.5 仪器示值误差

仪器示值误差不超过 $\pm 10\%$ 。

4.6 仪器示值重复性

仪器示值重复性不大于 3% 。

注：以上指标要求不用于合格性判断，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准时室内温度在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 范围内，室温变化每小时不超过 1°C ，相对湿度不大于 80% ，附近无机械振动和电磁干扰。

5.2 校准用设备

5.2.1 pH计检定仪：测量范围 $(-2000 \sim 2000)\text{mV}$ ， 0.0006 级；

5.2.2 温度计：测量范围 $(0 \sim 50)^\circ\text{C}$ ，分度值 0.1°C ；

5.2.3 天平：测量范围 $(0 \sim 200)\text{g}$ ，分度值 0.1mg ；

以上设备均应经检定或校准，并符合要求。

5.3 有证标准物质

应使用经政府计量行政部门批准的有证标准物质。

甲醇中苯胺溶液标准物质：标称值 1.00mg/mL ， $U_{\text{rel}}=3\%$ ($k=2$)。

6 校准方法

校准前应先检查外观、显示和各部分相互作用，仪器应能平稳地置于工作台上，各紧固件应紧固良好，各部件间的电缆线、接插线均应紧密可靠，滴定系统中各连接件应配合紧密，无漏液、渗液的现象，液路中应无气泡存在。使用的电极应完好无损，能正常工作。仪器通电开机后，能正常工作，显示部分应清晰、完整。确定无影响计量特性因素后再进行校准。

6.1 电计示值误差

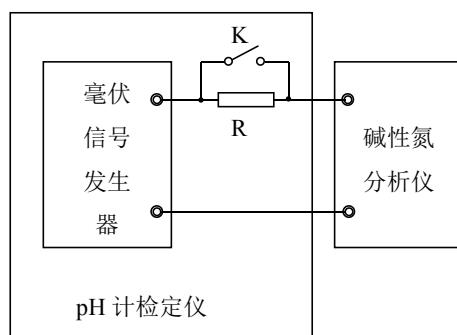


图2 电计校准线路示意图

按图2将pH计检定仪和碱性氮分析仪的指示电极与参比电极接口连接，接通开关K，高阻R短路，调节pH计检定仪，使其输出标准电位信号值 E_b ，输入仪器电计，测量并记录电计读数。校准点为0mV、±10mV、±50mV、±100mV、±200mV...直至仪器满量程电位值。用递增和递减的方法各测量一次，计算电计示值平均值 E_a 。按公式(1)计算电计示值误差 ΔE 。其中，取绝对值最大的为电计示值误差。

$$\Delta E = \frac{\bar{E}_a - E_b}{E_c} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔE ——电计示值误差，%FS；

\bar{E}_a ——电计示值平均值，mV；

E_b ——标准电位信号值，mV；

E_c ——仪器满量程电位值，mV。

6.2 电计示值重复性

按图2接好线路，断开开关K，高阻R接通，分别调节pH计检定仪，使其向仪器电计输入+600mV和-600mV电压信号，同时分别记下电计示值 E_i 。上述操作重复10次，

按公式(2)计算电计示值重复性 s_r 。其中，取较大值为电计示值重复性。

$$s_r = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E}_i)^2}{n-1}}}{\bar{E}_i} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

s_r ——电计示值重复性，%；

n ——测量次数， $n=10$ ；

E_i ——第 i 组测量的电计示值，mV；

\bar{E}_i —— n 次测量的电计示值平均值，mV。

6.3 电计输入阻抗

按图 2 接好线路，接通开关 K，高阻 R 短路，调节 pH 计检定仪，使其向仪器电计输入 +600mV 电压信号，记录电计示值 E_0 ；断开开关 K，高阻 R 接通，重新调节 pH 计检定仪使其输出 +600mV 的电压信号，记录电计示值 E_1 。如此操作重复 3 次，分别计算 E_0 和 E_1 的平均值 \bar{E}_0 和 \bar{E}_1 。按公式(3)计算电计的输入阻抗 R_d 。

$$R_d = \left| \frac{\bar{E}_0}{\bar{E}_1 - \bar{E}_0} \right| \times R \quad (3)$$

式中：

R_d ——电计的输入阻抗, Ω ；

E_0 ——电计示值 E_0 的平均值, mV；

E_1 ——电计示值 E_1 的平均值, mV；

R ——pH 计检定仪高阻 R 的阻值, Ω 。

用同样的方法，调节 pH 计检定仪，使其向仪器电计输入 -600mV 电压信号，计算仪器的电计输入阻抗 R'_d 。取 R_d 和 R'_d 中较小值为电计的输入阻抗。

6.4 滴定管容量误差

首先将滴定系统液路采用适当洗涤剂（如重铬酸钾洗液、酒精或乙醚等）洗净，并用蒸馏水冲洗 3 次以上。取一只与室温接近的容量略大于 10mL 的洁净有盖称量杯，用天平称量，记录天平读数 m_0 。设定仪器滴定体积 V_c 为 10mL，启动仪器将纯水（水温与室温之差不得大于 2℃）接入称量杯，盖好盖后用天平进行称量，记录天平读数 m_1 。根据公式(4)计算称得纯水的表观质量 m 。

$$m = m_1 - m_0 \quad (4)$$

式中:

m ——纯水的表观质量, g;

m_1 ——纯水和有盖称量杯质量, g;

m_0 ——有盖称量杯质量, g。

测量纯水的温度 t , 根据 JJF814-2015 的附录 B 查得水温对滴定管容量检定的影响系数 $K(t)$ (滴定系统为钠钙玻璃查附录 B.1; 滴定系统为硼硅玻璃查附录 B.2)。按公式(5)计算滴定管在标准温度 20℃时的容量误差 ΔV 。

$$\Delta V = V_c - m \cdot K(t) \quad (5)$$

式中:

ΔV ——滴定管在标准温度 20 ℃时的容量误差, mL;

V_c ——设定仪器滴定体积, mL;

m ——纯水的表观质量, g;

$K(t)$ —— (水的温度为 t 时)水温对滴定管容量检定的影响系数, mL/g。

每个校准点测量 2 次, 并取 2 次测量值的平均值作为滴定管在标准温度 20℃时的容量误差 ΔV 。

6.5 仪器示值误差和重复性

在符合规定要求的环境条件下, 新配高氯酸—冰乙酸滴定溶液 (配置方法见附录), 仪器开机预热, 待仪器电位稳定后, 根据仪器说明书要求进行测量, 用注射器称取 1 g 左右的甲醇中苯胺溶液标准物质, 快速注入到等体积比的二甲苯—冰乙酸混合溶液中, 搅拌测量, 重复 3 次记录仪器测量的碱性氮值, 按照式(6)计算碱性氮示值误差。根据上述数据, 按照式(7)计算该仪器的重复性。

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (6)$$

式中: ΔC ——仪器的碱性氮示值误差, $\mu\text{g/g}$;

\bar{C} ——三次碱性氮测量的平均值, $\mu\text{g/g}$;

C_s ——标准物质的理论值, $\mu\text{g/g}$ 。

$$\delta_r = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{\bar{C}} \times 100\% \quad (7)$$

式中： δ_r ——测量重复性，%；

C_{\max} ——测量的最大碱性氮含量值， $\mu\text{g/g}$ ；

C_{\min} ——测量的最小碱性氮含量值， $\mu\text{g/g}$ 。

7 校准结果表达

经校准的碱性氮分析仪出具校准证书，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据实际使用情况自主决定，建议不超过1年。

附录 A

标准物质中碱性氮含量的计算

甲醇中苯胺溶液标准物质的质量体积浓度为 1.00mg/mL，苯胺密度为 1.0217g/cm³，
甲醇密度为 0.7918g/cm³。1mL 的甲醇中苯胺溶液标准物质含有 1.00mg 苯胺，

$$1\text{mg 苯胺体积为 } \frac{1.00 \times 10^{-3}}{1.0217} = 9.7876 \times 10^{-4} \text{ mL}$$

$$\text{甲醇体积为 } 1 - 9.7876 \times 10^{-4} = 0.9990 \text{ mL}$$

$$\text{甲醇质量为 } 0.7918 \times 0.9990 = 0.791 \text{ g}$$

$$\text{所以该标准物质中苯胺的质量浓度为 } \frac{1.00 \text{ mg}}{0.791 \text{ g} + 0.001 \text{ g}} = 1.2626 \text{ mg/g}$$

苯胺的分子式为 C₆H₇N，查国际原子相对质量表：C：12.0107(8)，H：1.00794(7)，
N：14.0067(2)，该标准物质中碱性氮的质量浓度为：

$$\frac{14.0067}{12.0108 \times 6 + 1.00795 \times 7 + 14.0067} \times 1.2626 = 0.1899 \text{ mg/g} = 189.9 \mu\text{g/g}$$

附录 B

高氯酸—冰乙酸滴定溶液的制备

B.1 高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的配制和标定方法

B.1.1 配制：在 1000mL 容量瓶中加入 2mL 高氯酸与 250mL 冰乙酸，充分混合后，加入 20mL 乙酸酐，并用冰乙酸稀释至刻度，放置 24h。

B.1.2 标定：称取 0.02g（精确至 0.1mg）于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中干燥至恒重的工作基准试剂邻苯二甲酸氢钾，置于干燥的锥形瓶中，加入 50mL 冰乙酸，温热溶解。冷却后，加入 50mL 二甲苯及 5 滴甲基紫指示剂，用高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液滴定至紫色变为蓝色。同时做空白试验。

B.1.3 高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的浓度 c 按式 (8) 计算：

$$c = \frac{m}{0.2042 \times (V_1 - V_0)} \quad (8)$$

式中：

m ——邻苯二甲酸氢钾的质量，g；

0.2042——与 1.00mL 高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液 $[c(\text{HClO}_4)=1.000\text{mol/L}]$ 相当的以克表示的邻苯二甲酸氢钾的质量，g/mmol；

V_0 ——空白试验消耗的高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的体积，mL；

V_1 ——滴定邻苯二甲酸氢钾消耗的高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的体积，mL。

B.1.4 高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液浓度修正

使用时，高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的温度应与标定时温度相同；若其温差小于 4°C ，应按式 (9) 将高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液的浓度修正到使用温度下的温度；若其温差大于 4°C ，应重新标定。

$$c_1 = \frac{c}{1 + 0.0011 \times (t_1 - t)} \quad (9)$$

式中：

c_1 ——高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液修正后浓度，mol/L；

c ——标定温度下高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液浓度, mol/L;

t_1 ——使用时高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液温度, °C;

t ——标定时高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液温度, °C;

0.0011——高氯酸—冰乙酸标准滴定溶液每改变 1°C 时的体积膨胀系数, °C⁻¹。

附录 C

碱性氮分析仪示值误差测量结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量依据：JJF (皖) ××—20××碱性氮分析仪校准规范。

C.1.2 环境条件：室内温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，室温变化每小时不超过 1°C ，相对湿度不大于 80%，附近无机械振动和电磁干扰。

C.1.3 测量对象：碱性氮分析仪。

C.1.4 测量标准：甲醇中苯胺溶液标准物质，相对扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=3\%$ ($k=2$)。

C.1.5 测量过程：在符合规定要求的环境条件下，新配高氯酸—冰乙酸滴定溶液，仪器开机预热，待仪器电位稳定后，根据仪器说明书要求进行测量，用注射器称取 1g 左右苯胺标准物质，快速注入到等体积比的二甲苯—冰乙酸混合溶液中，搅拌测量，重复 3 次记录仪器测量的碱性氮值，计算碱性氮示值误差。

C.2 测量模型

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (1)$$

式中：

ΔC ——仪器的碱性氮示值误差， $\mu\text{g/g}$ ；

\bar{C} ——三次碱性氮测量的平均值， $\mu\text{g/g}$ ；

C_s ——标准物质的理论值， $\mu\text{g/g}$ ；

由于各不确定度分量间不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{C}) + c_2^2 u^2(C_s)}$$

式中各灵敏系数分别为： $c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = 1$ ； $c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -1$

C.3 测量不确定度的主要来源

碱性氮分析仪示值误差的测量不确定度的主要来源包括：

a) 由被校碱性氮分析仪测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\bar{C})$ ；

- b) 由被校碱性氮分析仪读数分辨力引入的标准不确定度 $u_2 (\bar{C})$;
- c) 由标准物质的认定值引入的标准不确定度 $u_1 (C_S)$;
- d) 由摩尔质量引入的标准不确定度 $u_2 (C_S)$;
- e) 由称量误差引入的标准不确定度 $u_3 (C_S)$ 。

C.4 各分量的标准不确定度评定

C.4.1 由被校碱性氮分析仪测量重复性引入的标准不确定度 $u_1 (\bar{C})$

测量重复性引入的标准不确定度用测量结果的实验标准差表示。选择一台性能稳定、工作正常的仪器，用理论值为 $189.9\mu\text{g/g}$ 碱性氮含量标准物质，在重复条件下，用被校碱性氮分析仪连续测量 10 次的实验标准差： $s=1.1\mu\text{g/g}$

则由测量重复性引入的不确定度为： $u_1 (\bar{C}) = 1.1\mu\text{g/g}$

C.4.2 由被校碱性氮分析仪读数分辨力引入的标准不确定度 $u_2 (\bar{C})$

由于仪器读数分辨力引入的不确定度远小于仪器测量重复性引入的不确定度，因此可忽略不考虑。

C.4.3 由标准物质的认定值引入的标准不确定度 $u_1 (C_S)$

通过标准物质证书查得标准物质的扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=3\%$ ，包含因子 $k=2$ ，按 B 类方法进行评定。则： $u_1(C_S) = \frac{3\%}{2} \times 189.9 = 2.85\mu\text{g/g}$

C.4.4 由摩尔质量引入的标准不确定度 $u_2 (C_S)$

由国际原子相对质量表中查得，C:12.0107(8)，H:1.00794(7)，N:14.0067(2)，即： $U[A_r(\text{C})]=0.0008$ ， $U[A_r(\text{H})]=0.00007$ ， $U[A_r(\text{N})]=0.0002$ ，按均匀分布，则：

$$u[A_r(\text{C})]=0.0008/\sqrt{3}=0.00046,$$

$$u[A_r(\text{H})]=0.00007/\sqrt{3}=0.00004,$$

$$u[A_r(\text{N})]=0.0002/\sqrt{3}=0.00012。$$

$$\text{合成 } u[M_r(\text{C}_6\text{H}_7\text{N})]=\sqrt{u^2[A_r(\text{C})]+u^2[A_r(\text{H})]+u^2[A_r(\text{N})]}=0.00048$$

$$\text{所以 } u_2 (C_S) = \frac{u[M_r(\text{C}_6\text{H}_7\text{N})]}{M_r(\text{C}_6\text{H}_7\text{N})} \times 189.9 = 0.00098\mu\text{g/g}$$

C.4.5 由称量标准物质引入的标准不确定度 $u_3 (C_S)$

由称量标准物质引入的标准不确定度主要来源于称量所使用的电子天平的示值误差, 已知使用的 I 级电子天平的最大允许误差为: $\pm 0.5e$ ($e=0.1\text{mg}$), 按均匀分布, 采用 B 类

方法评定, 则: 电子天平的测量不确定度 $u = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} = 0.00031\text{g}$,

所以 $u_3(C_S) = \frac{0.00031}{1} \times 189.9 = 0.059\mu\text{g/g}$

C.5 不确定度分量汇总表

各不确定度分量汇总见下表 7

表 7 不确定度分量汇总表

不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数 c_i	不确定度分量
被校碱性氮分析仪测量重复性	$u_1(\bar{C}): 1.1\mu\text{g/g}$	1	$1.1\mu\text{g/g}$
被校碱性氮分析仪读数分辨力	$u_2(\bar{C}):$ 忽略不计	1	/
标准物质的认定值	$u_1(C_S): 2.85\mu\text{g/g}$	-1	$2.85\mu\text{g/g}$
摩尔质量	$u_2(C_S): 0.00098\mu\text{g/g}$	-1	$0.00098\mu\text{g/g}$
称量误差	$u_3(C_S): 0.059\mu\text{g/g}$	-1	$0.059\mu\text{g/g}$

C.6 合成标准不确定度

碱性氮分析仪示值误差的合成标准不确定度:

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{C}) + c_2^2 u^2(C_S)} = \sqrt{c_1^2 u_1^2(\bar{C}) + c_2^2 u_1^2(C_S) + c_2^2 u_2^2(C_S) + c_2^2 u_3^2(C_S)} \approx 3.1 \mu\text{g/g}$$

C.7 扩展不确定度

碱性氮分析仪示值误差的扩展不确定度:

$$U(\Delta C) = k \times u_c(\Delta C)$$

式中: k ——包含因子。

取 $k=2$, 则碱性氮分析仪示值误差的扩展不确定度:

$$U(\Delta C) = k \times u_c(\Delta C) = 2 \times 3.1\mu\text{g/g} = 6.2\mu\text{g/g}$$

附录 D

碱性氮分析仪校准记录 (式样)

原始记录号:		校准证书号:	
委托单位:			
仪器型号:	仪器编号:	制造厂:	
环境温度:	环境湿度:	校准地点:	
校准员:	核验员:	校准日期:	
校准依据:			
校准用设备:			

1. 电计示值误差

仪器电压量程范围 _____ mV

标称值 mV	电计示值 mV			电计示 值误差 %FS	标称值 mV	电计示值 mV			电计示 值误差 %FS
	1	2	平均值			1	2	平均值	
0					-0				
10					-10				
50					-50				
100					-100				
200					-200				
300					-300				
400					-400				
500					-500				
600					-600				
700					-700				
800					-800				
900					-900				
1000					-1000				
1100					-1100				
1200					-1200				
1300					-1300				
1400					-1400				
1500					-1500				
1600					-1600				
1700					-1700				
1800					-1800				
1900					-1900				
2000					-2000				

2. 电计示值重复性

串联电阻 / Ω	电位 设置 /mV	电计示值/mV										S_r	备注		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			平均值	
1.00×10^9	+600														
1.00×10^9	-600														

3. 电计输入阻抗

串联电 阻/ Ω	输入电位 mV	电计示值/mV				R 输入/ Ω	备注
		1	2	3	平均		
0	+600						
1.00×10^9	+600						
0	-600						
1.00×10^9	-600						

4. 滴定管容量误差

水温: _____ $^{\circ}\text{C}$ $K(t)$: _____ mL/g

滴定管容量 mL	空称量杯质 量质量 m_0 g	接入纯水后 质量 m_1 /g	纯水质量 m /g	20 $^{\circ}\text{C}$ 容量值 /mL	容量误差 ΔV /mL	备注

5. 仪器示值误差及重复性

标准值 $\mu\text{g/g}$	仪器测量值 $\mu\text{g/g}$			平均值 $\mu\text{g/g}$	示值 误差 $\mu\text{g/g}$	示值 重复性 %
	1	2	3			

校准结果的不确定度:

电计示值误差: _____ ($k=2$)滴定管容量误差: _____ ($k=2$)仪器示值误差: _____ ($k=2$)

附录 E

校准结果 (式样)

序号	校准项目	校准结果	扩展不确定度 ($k=2$)
1	外观及常规检查、通 电检查		/
2	电计示值误差		
3	电计示值重复性		/
4	电计输入阻抗		/
5	滴定管容量误差		
6	仪器示值误差		
7	仪器示值重复性		/

以下空白

