

The Improved Accessory of Joly Balance and Its Effect in Measuring Liquid Surface Tension Coefficient

Zhaoling Lv, Fengsen Wang, Ruichen Wang, Xiuzhen Li, Kejiang Dong, Jinxi Wang

College of Radiology, Taishan Medical College, Tai'an Shandong
Email: zhlllyu@tsmc.edu.cn, xzhli@tsmc.edu.cn, wjx941@163.com

Received: May 25th, 2017; accepted: Jun. 9th, 2017; published: Jun. 12th, 2017

Abstract

Purpose: To study the method of improving measuring precision of the liquid surface tension coefficient by using an additional device on traditional Joly balance. **Materials & Methods:** A speed slowing-down accessory with outside diameter 10 cm was designed to match the speed of the stage by moving the inner pole from $3\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ to $1\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$ at equal hand moving distance. The surface tension coefficient of pure water is measured before and after assembled with the speed slowing-down accessory by 3 skilled students and 3 new students respectively and the data precision of every group is calculated. The results are dealt with statistical test to show the difference. **Results:** The precisions have both significant differences before and after using our speed slowing-down accessory for two groups. **Conclusion:** Operating with our speed slowing-down device can significantly increase operating stability, decrease data error and improve precision of the experimental data.

Keywords

Surface Tension Coefficient, Joly Balance, Speed Slowing-Down Accessory, Precision of Measurement

液体表面张力系数测定仪器的改进及对测量精密度的影响

吕召铃, 王凤森, 王瑞晨, 李秀珍, 董克江, 王进喜

泰山医学院放射学院, 山东 泰安
Email: zhlllyu@tsmc.edu.cn, xzhli@tsmc.edu.cn, wjx941@163.com

收稿日期: 2017年5月25日; 录用日期: 2017年6月9日; 发布日期: 2017年6月12日

文章引用: 吕召铃, 王凤森, 王瑞晨, 李秀珍, 董克江, 王进喜. 液体表面张力系数测定仪器的改进及对测量精密度的影响[J]. 仪器与设备, 2017, 5(2): 25-28. <https://doi.org/10.12677/iae.2017.52004>

摘要

目的: 探讨在焦利氏秤系统上增加主尺升降控制手轮减速装置提高实验操作精密度的可行性与实现方法。**方法:** 设计对接于立杆升降控制手轮的减速装置, 内径匹配手轮外径, 外径10 cm, 在手部移动距离相同的情况下, 主尺升降高度由原来的 $3\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 降到了 $1\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$, 和旋钮控制载物平台下降的速率匹配程度大大提高。分别让3名熟练操作的学生和3名没有做过该实验的学生分别在无和有减速装置的情况下按标准程序常规操作, 测量纯净水的表面张力系数, 并计算均方根表示的精密度, 利用统计软件对数据间有无显著性差异进行0.05水平效度检验。**结果:** 精密度由原来的1.48和2.32分别提高到了0.88和1.14 (均为mN/m), 使用主尺升降控制齿轮减速辅助装置前后在0.05效度水平结果具有显著差异。**结论:** 利用该减速装置使得实验仪器的操作更符合人体工学, 增加了稳定性, 减小了操作的偶然误差, 提高了实验的精密度。

关键词

表面张力系数, 朱利氏秤, 减速辅件, 数据精密度

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

液体的表面张力是表征液体性质的一个重要参数。测量液体的表面张力系数有多种方法, 拉脱法是测量液体表面张力系数常用的方法之一[1] [2] [3] [4]。该方法的特点是, 用秤量仪器直接测量液体的表面张力, 测量方法直观, 概念清楚。仪器主要是朱利氏秤(Joly balance)。由于仪器自身结构的原因, 在双手配合操作的舒适范围主尺上升速率和载物台下降速率差异太大, 熟练配合需要较长时间的适应和训练, 稍有不慎, 会造成比较大的误差, 导致测量的精密度不高。本文探讨为焦利氏秤匹配减速手轮, 达到双手同时操作时符合人体操作习惯的情况下, 主尺和平台速率匹配的目的, 减少操作难度, 减小多次测量中某一次测量的标准偏差, 提高测量精密度的可行性。

2. 材料与方法

2.1. 设备和方法

本项实验使用 FD-A 型焦利氏秤(目前针对我校大学物理实验实验室在使用的型号), 采用我院自行研制的减速手轮装置, 内径匹配原手轮结构, 外径 10 cm, 可横接摇臂, 对接于立杆升降控制旋钮的外缘, 在手部移动距离相同的情况下, 主尺上升高度由原来的 $3\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 降到了 $1\text{ mm} \pm 0.05\text{ mm}$, 和旋钮控制载物平台下降的速率匹配程度大大提高。分别让 3 名熟练操作者学生和 3 名没有实际动手做过实验的学生预习实验内容后利用拉脱法分别在无和有减速装置的情况下按标准程序操作[1], 测量纯净水的表面张力系数, 并计算均方根表示的精密度。

2.2. 统计学处理

为明确显示减速装置使用前后与精确度之间的关系, 应用 ANOVA 进行统计学分析, 应用 SPSS12.0

统计学分析软件处理数据并用 Student t 检验来进行两组数据之间是否有统计学意义的检验。并通过显著性差异检验对两组数据有无显著性差异进行 0.05 水平效度检验。

3. 结果

由 A 组 3 位熟练操作者和 B 组 3 位初次实验者分别在辅助减速装置使用前后测得的水的表面张力系数数值及精确度列于表 1。

ANOVA 分析结果显示:对熟练操作者而言,在使用辅助减速装置前后测得数据, $P < 0.01$ ($F = 18.21$, $P = 0.001$), 差异有统计学意义。即使用辅助减速装置前后对测量精密度有明显影响, 使用后, 测量精密度明显提高; 对初次实验者而言, 使用装置前后, $P < 0.01$ ($F = 43.52$, $P = 0.001$), 差异有统计学意义, 即装置的使用对精密度数值有明显影响, 使用后, 精密度显著提高。Student t 分析结果显示: 对于使用辅助装置前的两组数据 $t = 5.492$, $P = 0.000$, 差异有统计学意义, 即在使用装置前, 熟练操作者的操作稳定性要远好于初次实验者; 对于使用辅助装置后的两组数据 $t = 1.746$, $P = 0.9$, 差异没有统计学意义, 即在使用装置后, 初次实验者也能基本达到熟练操作者的数据水平, 说明加载该辅助装置后实验操作难度降低了。

4. 讨论

本实验的操作要领之一, 需要两手配合同时操作液体容器的下降和立杆的上升, 以保持玻璃管中三线重合, 当液膜被拉破时必须保证, 否则误差将相当大, 但是由于设备结构的原因, 两手操作速率相近的话, 立杆上升速率远大于盛液体容器下降的速率, 未经长时间训练适应的操作者容易出现手眼配合失误, 测量难度较大, 影响测量精密度。对比仪器改进前后的实验结果, 说明我们设计的对接于立杆升降控制旋钮的齿轮减速装置, 在两手操作节奏相近的情况下, 实现立杆升降速率与载物平台升降速率的相近, 从而减小实验的操作难度, 使之易于操控, 增加了稳定性, 减小了操作的偶然误差, 提高了实验精密度。

5. 结束语

本文给出了拉脱法测定水的表面张力系数仪器结构加载辅助减速配件前后测得的结果及其精密度,

Table 1. Surface tension coefficient of water and precision before and after using device by 6 operators

表 1. 6 位实验操作者使用减速装置前后测得的水的表面张力系数数值及其测量精确度

操作者	表面张力系数值 (before) (mN/m)	精确度 (before) (mN/m)	表面张力系数值 (after) (mN/m)	精确度 (after) (mN/m)
A1	71.06	1.66	71.32	0.89
A2	72.10	1.75	72.10	0.75
A3	70.34	1.04	70.34	0.84
均值(avg)	71.25	1.48	71.25	0.88
B1	68.65	2.17	70.64	1.13
B2	62.43	1.98	68.91	1.28
B3	75.27	2.20	74.75	1.01
均值(avg)	68.78	2.12	71.43	1.14

注: 测量时实验室温度为 23 摄氏度, 对应水的表面张力系数公认值为 72.11 mN/m

并根据统计学分析结果,给出了结论。在实验中,通过老师的启发式教学来引导学生认识工作仪器。这样既提高了实验的科学性和可靠性,同时也培养了学生的实验动手能力和思考能力。

基金项目

国家级大学生创新创业训练项目(201510439160)。

参考文献 (References)

- [1] 李秀珍, 薛美, 赵昕. 大学物理实验[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2013: 42-45.
- [2] 代伟, 徐平川, 陈太红, 等. 液体表面张力系数实验装置的改进[J]. 大学物理, 2011, 30(9): 38-40.
- [3] 陈爱霞, 刘丽明. 拉脱法测量液体表面张力系数的不足与改进[J]. 九江学院学报, 2014, 104(4): 52-54.
- [4] 孔维姝, 赵维, 唐延, 等. 拉脱法测量液体表面张力系数实验的改进[J]. 物理实验, 2012(1): 36-38.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: iae@hanspub.org