

粘度的测定实验报告

篇一：测量液体黏度实验报告

液体黏度的测量

物理学系

一、引言

黏滞性是指液体、气体和等离子体内部阻碍其相对流动的一种特性。如果在流动的流体中平行于流动方向将流体分成流速不同的各层，则在任何相邻两层的接触面上就有与面平行而与相对流动方向相反的阻力或曳力存在。液体的黏度在医学、生产、生活实践中都有非常重要的意义。例如，许多心血管疾病都与血液的黏度有关；石油在封闭的管道中输送时，其输运特性与黏滞性密切相关。本实验旨在学会使用毛细管和落球法测定液体黏度的原理并了解分别适用范围，掌握温度计、密度计、电子秒表、螺旋测微器、游标卡尺的使用，并

学会进行两种测量方法的误差分析。

二、 实验原理

(一) 落球法

当金属小圆球在黏性液体中下落时，它受到3个力，重力 mg 、浮力和粘滞阻力。如果液体无限深广，在下落速度 v 较小下，粘滞阻力 F 有斯托克斯公式

$$F=6\pi$$

r 是小球的半径； η 称为液体的黏度，其单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$.小球刚进入时重力大于浮力和粘滞阻力之和，运动一段时间后，速度增大，达到三个力平衡，即

$$mg=+6\pi$$

于是小球作匀速直线运动，由式，并用 $m?$

?

ld

$d3??,v?,r?$ 代入上式，并因为 $6t2$

待测液体不能满足无限深广的条件，为满足实际条件而进行修正得

$$(\eta\eta-\eta\ g2dt1$$

??

$181DH$

其中??为小球材料的密度， d 为小球直径， l 为小球匀速下落的距离， t 为小球下落 l 距离所用的时间， D 为容器内径， H 为液柱高度。

（二）毛细管法

若细圆管半径为 r ，长度为 L ，细管两端的压强差为 ΔP ，液体黏度为 η ，则其流量 Q 可以由泊肃叶定律表示：

$\Delta P r^4 Q$

$8\eta L$

由泊肃叶定律，再加上当毛细管沿竖直位置放置时，

应考虑液体本身的重力作用。因此，可以写出

$\Delta P r^4 V \eta t$

$8\eta L$

（5）

本实验所用的毛细管黏度计如图 1 所示，实验时将一定量的液体注入右管，用吸球将液体吸至左管。保持黏度计竖直，然后让液体经毛细管流回右管。设

左管液面在 C 处时,右管中液面在 D 处,两液面高度差为 H, CA 间高度差为 h_1 , BD 间高度差为 h_2 。因为液面在 CA 及 BD 两部分中下降及上升的极其缓慢(管泡半径远大于毛细管半径),液

体内摩擦损耗极小,故可近似作为理想液体,且流速近似为零。设毛细管内液体的流速为 v ,由伯努利方程可推得

$$\rho r^4 \rho g H$$

$$V \rho \eta t$$

$$8 \eta L$$

$$(6)$$

由于实际情况下不易测量,本实验采用比较测量法,即使用同一支毛细管黏度计,测两种不同液体流过毛细管的时间。测量时取相同的体积密度分别为 ρ_1 和 ρ_2 的两种液体,分别测出两种液体的液面从 C 降到 A (体积为 V) 所需的时间 t_1 和 t_2 ,由于 r 、 V 、 L 都是定值,因此可得下式

$$\rho_1 \eta_1 V$$

$$\rho_2 \eta_2$$

t_1 和 t_2 (7) (7) 中的两式相比可得

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{t_2}{t_1}$$

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{t_2}{t_1}$$

$$(8)$$

式中 η_1 和 η_2 分别为两种不同液体的黏度，若已知 η_1 、 t_1 和 t_2 ，只要测出 t_1 和 t_2 就可求出第二种液体的黏度。这种方法就叫做比较测量法。

三、 实验装置及过程

(一) 实验装置

1. 落球法：落球法黏度测量仪 1 套（包括铁架台，盛有蓖麻油的长试管和铅垂线）；千分尺、游标卡尺各 1 把，电子秒表 1 只（型号 12003-1A），玻璃皿 1 个；1m 钢尺，盛有蓖麻油的量筒 1 个（内悬温度计、密度计各 1 根）。 2. 毛细管法：奥氏黏度计；分析纯无水乙醇、蒸馏水；密度计、温度计、秒表；烧杯、移液管、洗耳球；

(二) 实验过程

落球法：调节玻璃圆筒铅直。调整

标志线位置，用钢尺测量并记录位置，此实验中选了三条。投下第 1 颗小钢珠前记录室温，测完最后 1 颗小钢珠的下落时间后再记录油温，两者求平均；分别测量 5 颗小钢珠的直径和匀速运动部分的下落时间。

毛细管法：用移液管将的蒸馏水注入黏度计右管中，然后将蒸馏水吸至左管且使液面高于 C 刻痕以上。记下液面自 C 降到 A 所用时间 t_1 ，并重复五次取 t_1 的平均值；将水倒出并用酒精洗涤黏度计，用移液管将的酒精注入黏度计右管中，重复上述步骤，测出酒精液面自 C 降到 A 所用的时间 t_2 ，重复测 5 次；实验过程中要观察温度的变化和记录温度 T 。用密度计测量水的密度，并分别从附表中查得酒精的密度和水的黏度。

四、 实验结果及分析

（一）落球法：千分尺零点：-，游标卡尺零点， $T_1=^{\circ}\text{C}$ ，A 点高

度，B 点高度，C 点高度 1. 预实验

表 1：小球直径时经过 ABC 三点的

时刻

由第一组和第三组数据可以看出，第三组是调整后的，时间比第一组小，符合推理。（2）选择小球大小：由实验原理中的公式，得到匀速运动时的速度 v 的

$$gV2gr21$$

表达式为 $v?$ ，则 $v?r2$ ，即 $t?2$ 。由第二第三组可？

$r6??r9?$ 以看出，直径越大下落越快，实验观察符合推理。则为了减小时间的相对误差，一方面将 l 取值大些，取为。另一方面，选择使 t 长一些，即 v 小一些，那么就要选相对小的球。于是在接下来均选择直径在到的小球进行试验。

333

$$??= (?) *10kg/m?=/cm2.$$

$$T2=^{\circ}C, , ,$$

$$gm/s2 \quad , \quad \text{油柱高度 } H=$$

表 4：各小球直径及在 BC 段运动时间记录表

$$?103??2?$$

把数据代入公式，则？=

18？

？

=？s

不确定度的计算：

$u_{\rho}=103\text{kg/m}^3, u_{\tau}=1.0\text{s}^2, u_{\mu}=1.0\text{mm}^3$

103kg/m^3

$u_A=$

$u_B=10^{-3}\text{mm}, u_{B^2}=$

mm^2

u_{ρ}

$10\text{m}, u_{\tau}=$

？

$u_{\mu}=$

$u_{10\text{m}}=1.0\text{mm}$ ，其中分度 1mm，取 12

因为 D，H 对不确定度影响极小，所以计算时忽略掉：

$u_{\rho}^2=u_{\tau}^2=u_{\mu}^2=u_{10\text{m}}^2=[(1.0)^2+(1.0)^2+(1.0)^2+(1.0)^2]^{1/2}=2.0$

$u_{\rho}=2.0\text{s}^2$

$d_{\text{glt}}=$

2

2

于是??u?Pa?s

误差分析：（1）实验中放小球要先浸入油中再释放以保证初速度为零，若释放时与油面有距离，可能引起湍流。

（2）秒表使用由于人的反应时间差异，可能引入很大误差。（3）其他因素已在不确定度计算中得以体现。（建议：若使用电子设备，如光电门等装置记录时间和位置的话会提高很大精度）

（二）毛细管法： 室温初温℃，液体体积，水的密度/cm³，室温

末温℃，酒精温度℃，水温度℃

表 6：毛细管法测量液体黏度时间记录表

数据处理： H₂O?2010Pa?s

篇二：液体黏度实验报告

液体黏度的测量

? 引言

黏滞性，亦称“内摩擦”，是指液体、气体和等离子体内部阻碍其相对流动的一种特性。黏度反映了流体黏滞性的大小。单位为帕*秒。液体的黏度在医学、

生产、生活实践中都有非常重要的意义。本实验通过毛细管法和落球法测黏度的实验方法和相关的数据处理（包括不确定度估算），让学生了解黏度的物理含义，能熟练使用几种常用的长度测量工具，以及学会当测量条件不是理想条件时如何通过修正使测量结果更接近于真实结果的技巧。

？实验原理

1. 黏度的定义

在流动流体中平行于流动方向将流体分成流速不同的各层，则在任何相邻两层的接触面上就有与面平行而与相对流动方向相反的阻力或曳力存在。这种阻力或曳力称为“黏滞力”或“内摩擦力”。实验表明，对于某些流体，相邻流层单位接触面上的黏滞力 τ 与速度梯度（即相邻流层的速度差 dv 与流层间距 dx 之比 dv/dx ）成正比，即

$$\tau = \eta dv/dx \quad (1)$$

比例系数 η 称为“动力黏度”，简称“黏度”，或称“黏滞系数”、“内摩擦系数”。

这一关系称为“牛顿黏滞定律”。流体的黏度随温度而变，当温度升高时，液体的黏度减小，而气体的则增加。

2. 落球法

金属小球在粘性液体中下落时，它受到三个铅直方向的力；小球的重力、液体作用小球的浮力和粘滞阻力 F 。如果液体无限深广，在小球下落速度较小情况下，有

$$F = 6\pi\eta rv$$

上式称为斯托克斯公式，其中 r 是小球的半径； η 称为液体的粘度，其单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。小球开始下落时，由于速度尚小，所以阻力也不大；但随着下落速度的增大，阻力也随之增大。最后，三个力达到平衡，即

$$mg = \rho g V = 6\pi\eta rv$$

于是，小球作匀速直线运动，由上式可得：

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho - \rho_0)g}{v}$$

$$g = \frac{9\eta v}{2r^2(\rho - \rho_0)}$$

$$d = \frac{18\eta v}{g(\rho - \rho_0)}$$

令小球的直径为 d ，并用 m ?

gdt

181

2

$?$

6

$, v?$

3

$, r?$

代入上式得：

$??$

其中为小球材料的密度，为小球匀
速下落的距离， t 为小球下落距离所用的
时间。

实验时，待测液体必须盛于圆筒中，
故不能满足无限深广的条件，实验证明，
若小球沿筒的中心轴线下降，式须作如
下改动方能符合实际情况：

$??$

gdt

181

2

?

dH

)

dD

)

$8?L$

4

$?t(7)$

本实验所用的毛细管黏度计如图 1 所示，它是一个 U 型玻璃管，A 与 B 之间为一毛细管，左边上部的管泡两端各有一刻痕 C 和 A，右边为一粗玻璃管且也有一管泡。

实验时将一定量的液体注入右管，用吸球将液体吸至左管。保持黏度计竖直，然后让液体经毛细管流回右管。设左管液面在 C 处时，右管中液面在 D 处，两液面高度差为 H ，CA 间高度差为 h_1 ，BD 间高度差为 h_2 。因为液面在 CA 及 BD 两部分中下降及上升的极其缓慢（管泡半径远大于毛细管半径），液体内摩擦

损耗极小，故可近似作为理想液体，且流速近似为零。设毛细管内液体的流速为 v ，由伯努利方程可知流管中各处的压强、流速与位置之间的关系为：

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P = \text{常量}$$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P = \text{常量}$$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P = \text{常量}$$

对于图 1 中所示的 C 处和 A 处，若取 $h_A = 0$ ，则有

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

其中 C 处流速 $v_C = 0$ ， P_0 为大气压强， P_A 为 A 处压强。 所以有 $P_A = P_0 + \rho gh_1$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

$$\frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho gh_1 + P_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/267040025014006065>