**实验名称：长度、密度的测量**

姓名：王昱 学院：人工智能学院 专业：工科试验班 学号：2212046

组号：G 座号：5 实验日期：4月28日周五上午

**一、实验目的**

1.了解米尺、游标卡尺、螺旋测微器的测量原理和使用方法;

2.掌握用流体静力称衡法测定不规则固体密度的原理和方法；

3.熟悉仪器的读数规则及有效数字运算法则;

4.掌握直接测量、间接测量的数据处理方法及测量不确定度估计方法。

**二、实验仪器及用品**

米尺、五十分度游标卡尺、螺旋测微器、电子天平、铁架台、水、玻璃烧杯、细线、温度计及待测用品等。

1. **实验原理**
2. 米尺

米尺均均分度，分度值为1.0mm；

其读数规则应是估计到其分度值的1/10。

注意事项：

①米尺是有一定厚度的。用米尺测量时,要尽可能把待测物体贴紧米尺的刻度线,以避免视差。

②测量时则不用端边作为测量的起点,以避免因磨损带来的误差。一般选择某整刻度线作为起点(如100.0mm),以减小估读带来的误差。两端所对应读数之差为待测物体的长度。

③考虑米尺分度可能不均匀,可采用随机化方法,即由不同起点进行多次测量,以减小系统误差。

1. 游标卡尺

**A**

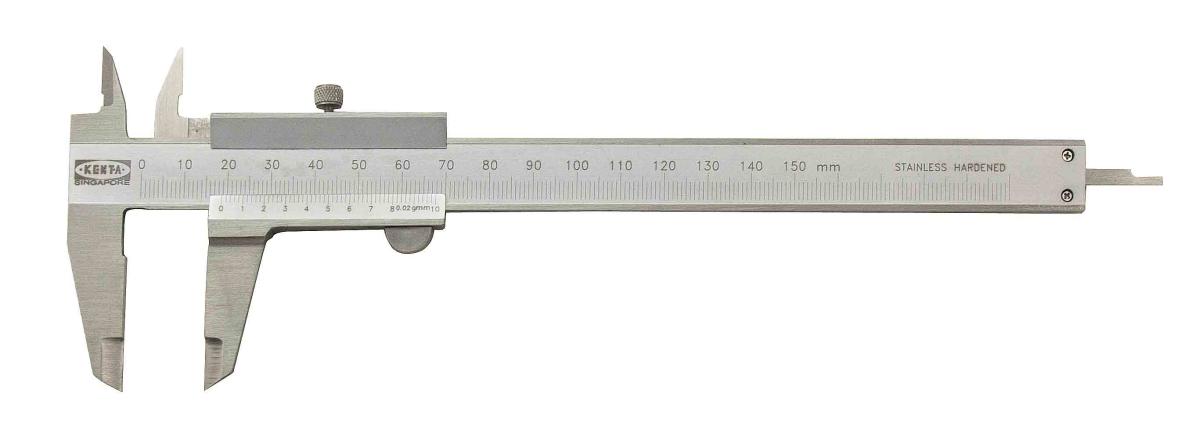
**B**

**M**

**G**

图1

**L**



**G**

**S**

**N**

**C**

**D**

游标卡尺在米尺上附加一个刻度均匀且可以滑动的游标，从而提高测量精度。如图1所示量爪A、C与主尺L相连，B、D及深度尺G与副尺S相连；M为紧固螺钉，N为推把。AB组成内测量爪，可测内径及槽宽；CD组成外测量爪，可测长度、厚度及外径；G可测深度及台高。当卡口合拢时，主副尺零刻度线重合，深度尺端面与主尺端面重合。如果不重合，则要在读数时相应减去x0。

1. 原理

主尺上n-1个分度所对应的长度为(n-1) mm，副尺上n个分度所对应的长度也是(n-1) mm，因此主尺与副尺每个分度值之差即格差为

就是游标卡尺的最小分划单位即分度值.

本实验所用五十分度游标卡尺分度值为0.02mm。

1. 读数方法

游标卡尺的读数由主尺读数和副尺读数两部分组成，主尺上读出毫米位的准确数，毫米以下的尾数由副尺读出。若副尺上第m个刻线与主尺上某刻线(k+m)重合，因格差为，故可断定副尺零刻线与主尺上第k个刻度线相距m。

于是可得待测长度为

1. 注意事项

①使用卡尺应采用左手持物，右手握尺，用右手大拇指控制推把，使游标沿着主尺滑动，被测物应放在量爪的中间部位（厚的地方）。

②测内径时量爪与待测物轴线平行，测外径时量爪与待测物轴线垂直,测深度时主尺端面应与待测物端面吻合。

③测量前记下零点读数x0，注意判断x0的正负,多次测量时在其平均值中减去x0。

④注意保护卡尺,测量时不应将待测物卡得太紧，卡住待测物体后切忌来回挪动；用完将其紧固螺钉M松开。

1. 螺旋测微器

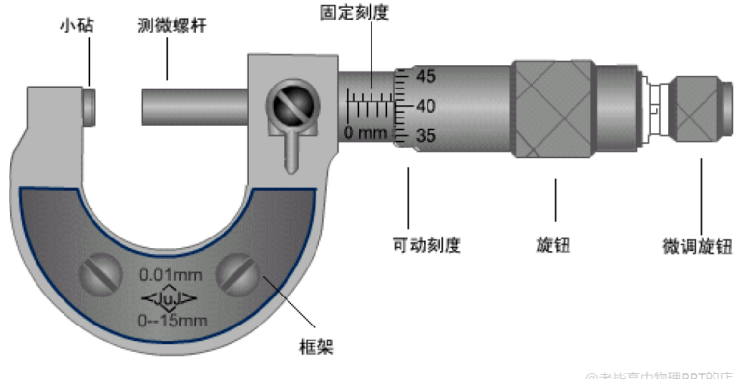


图2

螺旋测微器是利用螺旋进退来测量长度的仪器，它比游标卡尺更精密,常用于测量小球的直径、金属丝的直径和薄板的厚度。

外形如图2所示，量程为25 mm，螺旋测微器的分度值为0.01 mm。主尺分度为0.5mm，因此，副尺旋转一周即在主尺上移动一格，顶砧和测微螺杆间距改变0.5mm。副尺套筒上均分50个小格，因此，每旋转1小格移动0.01 mm。可见螺旋测微器的设计特点采用了机械放大原理。

1. 使用方法

①记录零点读数。应注意微分筒上的零刻度线在主尺横线的上方还是下方，对应零点读数分别为正值还是负值。

②然后左手持尺架（框架），右手转动粗调旋钮使顶砧、测微螺杆间距稍大于被测物，放入被测物，转动微调旋钮到夹住被测物，直到棘轮发出“咯咯”声音为止，拨动固定旋钮使测杆固定后读数。

③读数时,要读出主尺上的读数还有微分筒上的读数，注意不要丢掉主尺上可能露出的“半整数”’副尺读数时应包括一位小数。测量结果应是测量值=读数值-零点读数。

1. 注意事项

①为避免弓形手柄热膨胀，使用螺旋测微器应左手捏持弓形手柄上的绝热塑料垫块，将待测物体稳妥地置于实验台面上，右手旋转棘轮。

②测量时不得直接旋转副尺套筒，应轻转其尾部的棘轮。

③测量完毕，应将测微螺杆退回几转，使顶砧、测微螺杆离开一定间隙，以防外界温度变化时因热膨胀而使顶砧、测微螺杆过分压紧、损坏螺纹。

④测量小球直径在桌面上完成，不要将螺旋测微器拿起来读数。

\*课堂问题：

米尺:0.01cm，e.g.1.30 cm

50分度游标卡尺:12.81cm(x): 12.810cm

螺旋测微器: 7.564cm(x): 7.564mm

1. 密度测量原理——流体静力称衡法

若物体质量为m体积为V，则其密度为

若不计空气浮力，则物体在空中的重量为，与其在水中的视重之差即为它在水中的浮力，即

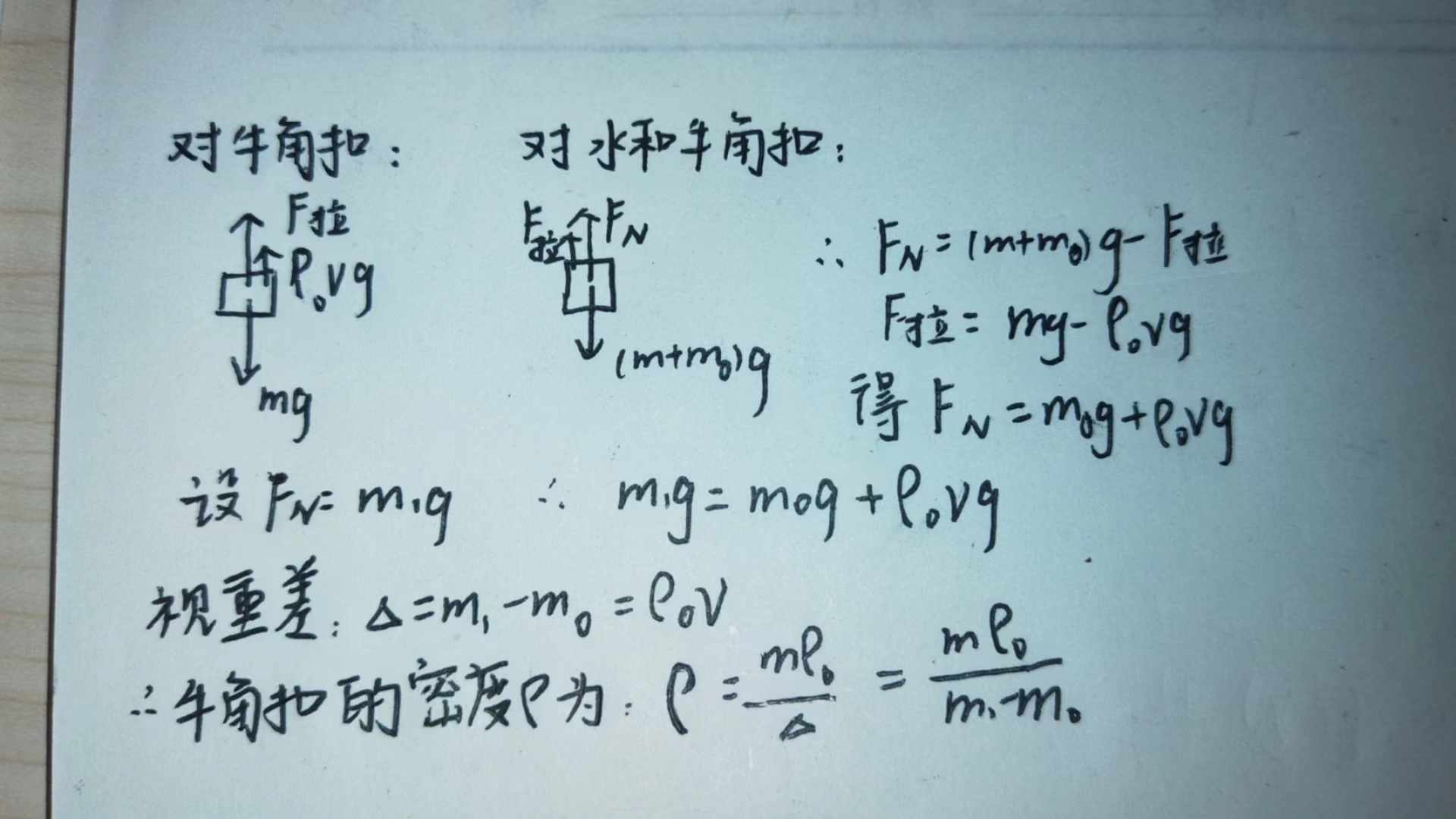
本次实验中，通过测量原烧杯和水质量以及放入待测物品后质量求的浮力

由阿基米德原理，为液体的密度，V是排开液体的体积即为待测物体的体积，则

解得待测物体的密度

由上述可知，用静力称衡法测定固体或液体的密度,最终将转化为质量的测量。

受力分析如下所示：



1. **实验内容**

1.用米尺测教科书宽度l: 测量时采取四种不同的方法各测4次。

（1）米尺同一起点，测量教科书同一位置，测得l1。

（2）同一起点，不同位置，测得l2。

（3）不同起点，同一位置，测得l3。

（4）不同起点，不同位置，测得l4。

（ 这样做可以减小误差 ）

2.用游标卡尺在不同方位测半空心圆柱体的外径D1，内径D2，高H1，深H2各4次，并计算其体积。

3.用螺旋测微器测小钢球的直径D6次，并计算其体积。

4.用流体静力称衡法测定牛角扣的密度：

（1）用电子天平称量牛角扣的质量 (m)1次；

（2） 用电子天平称量装满水的烧杯质量 (mo)，记录;将系有绳子的牛角扣完全浸没在水中，记录电子天平视重(m1)；

（3）把牛角扣拿出并擦干，将烧杯里的水倒出一些，记录此时装水烧杯的质量；再次将牛角扣完全浸没在烧杯里的水中，记录电子天平视重；

（4）再一次擦干牛角扣，倒水，放入牛角扣，记录装水烧杯的质量和浸入牛角扣后的视重；

（5）最终得到3组浸入牛角扣前后的视重数据。

**五、数据处理**

1、用米尺测定教科书宽度l：

单位：(；允差：；

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | /cm | /cm | /cm | /cm |
| 1 | 18.52 | 18.50 | 18.50 | 18.51 |
| 2 | 18.51 | 18.52 | 18.48 | 18.48 |
| 3 | 18.53 | 18.49 | 18.52 | 18.49 |
| 4 | 18.50 | 18.51 | 18.51 | 18.49 |
| 平均 | 18.515 | 18.505 | 18.502 | 18.493 |

(1)

(2)

(3)

(4)

结果表示：

； ；； ；

2、用游标卡尺测半空心圆柱的几何尺寸并求体积：

单位：(；零点读数：；允差：；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数i |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 1 | 3.002 |  | 3.006 |  | 1.980 |  | 2.472 | |  |
| 2 | 2.994 |  | 3.002 |  | 1.982 |  | 2.452 | |  |
| 3 | 2.998 |  | 2.998 |  | 1.990 |  | 2.458 | |  |
| 4 | 2.994 |  | 2.996 |  | 1.988 |  | 2.460 | |  |
| 平均 | 2.9970 |  | 3.0005 |  | 1.9850 |  | 2.4605 | |  |
| ux |  | |  | |  | | |  | |

间接测量不确定度如下所示：



所以

结果表示为：

3.用螺旋测微器测定钢球直径求体积：

单位：(；零点读数：；允差：；

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均 |
| 三互垂方向 | 2.2231 | 2.2253 | 2.2219 | 2.2216 | 2.2215 | 2.2214 | 未修正零点2.22183 |
|  | 2.22247 | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |



结果表示为：

4.用流体静力称衡法测定牛角扣密度

水温

查表得：水的密度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | （g） |  |  | (g) |
| 1 | 3.80 | 318.31 | 321.52 | 3.21 |
| 2 | 283.64 | 286.87 | 3.23 |
| 3 | 272.98 | 276.27 | 3.29 |
| 平均 | 291.643 | 294.887 | 3.243 |

结果表示为：

**六、思考题**

1、某游标卡尺的分度值为 0.01 mm，主尺分度值为 0.5 mm。试问其游标的分度数为多少？游标部分的长度为多少？

五十分度，2.45cm。

1. 待测物体放入液体后，其表面为什么会产生气泡？怎样做才能使之少产生气泡？怎样排除气泡？

物体进入液体时会将附着的空气带入水中；先清洗待测物体并使其干燥后放入；可用搅拌的方法去除气泡。

1. 对于测定不规则形状物体的体积，为何不利用量筒通过排水法直接测量物体排开水的体积，而用静力称衡法？哪个精度较高？原因是什么？

放入水中会产生气泡影响体积、测量精度较低、读数不便等；静力称衡法精度高；量筒最小的分度值为0.1ml折合成水的质量为0.1g，而电子天平分度值为0.01g，故静力称衡法精度高.

实验原始数据如下：

