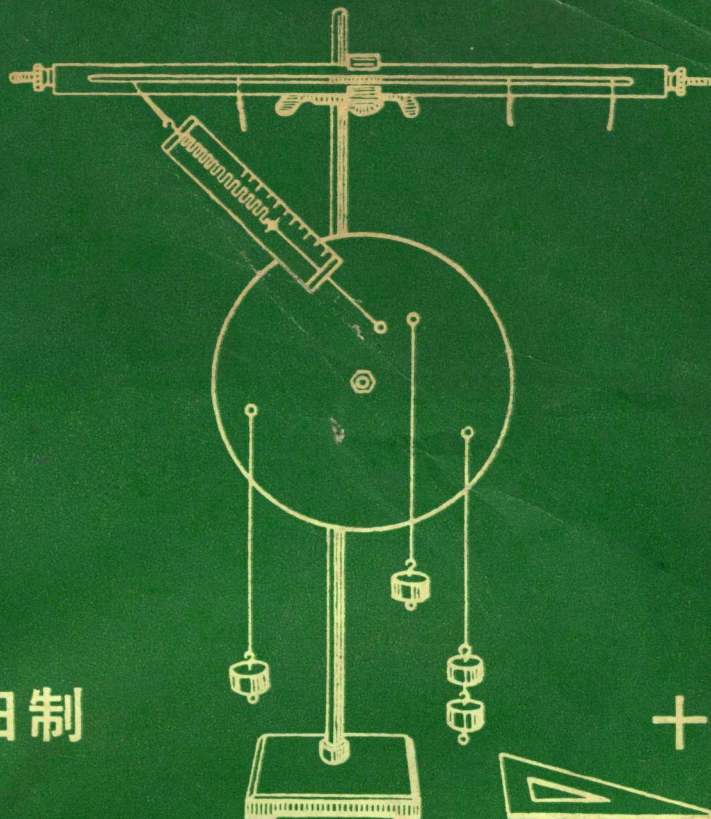




全日制

十年制

高中物理 学生实验报告册

北京市西城区物理中心备课组 编



地质出版社

全日制 十年制

高中物理学生实验报告册

北京市西城区物理中心备课组编

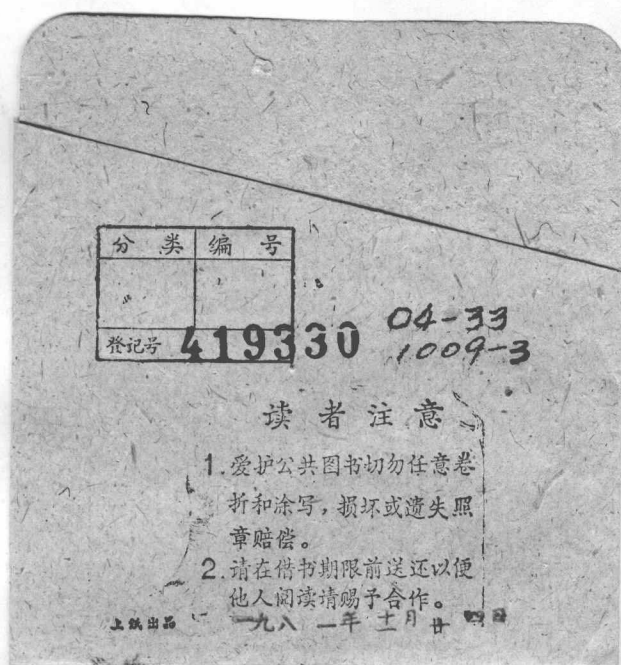


地质出版社

419330

本书是在教学实践中，根据部颁教学大纲对中学生实验的要求编写的，供高中学生学习物理时使用。本书编有全国统编教材《全日制十年制高中物理课本》（上、下册）规定的学生实验26个，补充实验1个，并对实验的一些基本知识和训练要求进行单独的说明。每个实验报告包括实验目的、实验原理、实验仪器、实验步骤、记录表格、实验结果及讨论题等项。每项留有空格，由学生在预习和实验时填写。

本书由北京市中学物理教学研究学会理事、特级教师张继恒主编，王洵、焦树霖、傅大光、冯树桐、刘彬生、缪秉成、郑人凯、邱济隆、郭震仑同志参加编写。



全日制 十年制
高中物理学生实验报告册
北京市西城区物理中心备课组编

地质部书刊编辑室编辑
地质出版社出版
(北京西四)

沧州地区印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：6 字数：135,000
1981年8月北京第1版·1981年8月沧州第1次印刷
印数1—350,100册·定价0.57元
统一书号：7038·新13

目 录

绪论	1
----	---

高中物理课本上册学生实验

一、二、游标卡尺和螺旋测微器(千分尺)的使用	7
三、互成角度的两个力的合成	11
四、有固定转动轴物体的平衡	14
五、研究匀变速运动的规律	17
六、研究平抛物体的运动	21
七、验证牛顿第二定律	23
八、验证机械能守恒定律	27
九、研究弹性碰撞	30
十、用冲击摆测弹丸的速度	33
十一、研究单摆的振动周期	37
十二、验证玻意耳-马略特定律(一)	40
验证玻意耳-马略特定律(二)	42
十三、验证气体状态方程	44

高中物理课本下册学生实验

一、示波器的使用	47
二、用安培计和伏特计测量电池的电动势和内电阻	50
三、研究电源的输出功率	53
四、把电流表改装为伏特表	56
五、用惠斯通电桥测量电阻	59
六、研究电磁感应现象	64
七、用示波器观察交流电的波形	68
八、安装变压器模型	72
九、研究整流滤波电路	75
十、用万用电表判别晶体三极管的管脚,并估测 β 值	78
十一、研究三极管放大电路	81
十二、晶体管收音机的安装和调试	84
十三、利用双缝干涉测定光波的波长	86

补 充 实 验

测定功热当量	88
--------	----

绪 论

一、学生实验在物理教学中的意义和作用

物理学是一门以实验为基础的自然科学。物理学中的基本定律都是从实验中总结出来的,例如能的守恒和转化定律、牛顿三定律、动量守恒定律、法拉第电磁感应定律等,都是建立在实验基础上的,因此实验是研究物理的重要方法。

学生实验是按照一定的教学目的而设计的,在教师的指导下,可以用较少的时间使学生较快地得到正面的结果。这些学生实验将帮助学生通过实践获得正确而巩固的物理知识。

学生实验共有下列四个类型:1.验证性实验;2.研究性实验;3.测定性实验;4.组装实验。

学习中学物理的目的,不仅仅是学习教学大纲中所规定的系统的物理知识,对物理现象有正确的认识,还要培养学生的实验技能、技巧以及自学能力。因此学生必须亲自做实验,观察、测定、仔细考察现象的发生条件和发展过程,对每一个实验步骤都应进行思考。只有如此,才能够发展学生的形象思维和抽象思维能力,培养学生细致观察自然现象的良好习惯。通过实验,还能训练学生掌握科学的实验方法,正确使用仪器进行观察、测量的技能。以上这一切,都有助于使学生正确地、巩固地掌握物理概念和定律。

二、实验的误差

在中学物理学生实验中,要对物理现象和规律进行深入的研究,必须通过大量的实验和大量的测量工作。最后,根据这些测得的量的关系公式,把所需要的物理量求出来。测量依照下述程序进行:1.安装仪器;2.观测;3.读数。

一般说来,实验中都需要测量某些物理量,所以物理量的测量是物理实验的基本方法。掌握物理量测量的知识和技术,是做好物理实验的保证。此外,还要掌握有关实验误差方面的基本知识。在实验中,由于方法不当或粗心大意,就会造成差错或错误。而误差和错误是不同的。在进行某一物理量测量时,由同一个人用同一种仪器作多次同样的测量,无论仪器的精密度如何,操作如何细心,都不可能做到每次测量结果相同。这种量度数值与准确数值之差,我们称为误差。从误差产生的原因来看,可以分为系统误差和偶然误差。系统误差产生的原因之一,是使用的仪器不够精密。仪器的精密程度可用测量的准确度 ϕ 来表示。测量的准确度 ϕ 就是仪器的最小分度值与真值的比,常用百分数表示。在做物理实验时,应当避免错误并设法减小误差。

例如,我们测量 5°C 的温差。如果用普通温度计,其最小分度值为 1°C ,所以测量的准确度 $\phi = 1/5 = 20\%$ 。如果用最小分度值为 0.1°C 的温度计测量 5°C 的温差,则测量的准确度 $\phi = 0.1/5 = 2\%$ 。

又如，用量程 3 安培、最小分度值为 0.1 安培的安培计测量 0.5 安培的电流强度，测量的准确度 $\phi = \frac{0.1}{0.5} = 20\%$ 。如果用量程 0.6 安培、最小分度值为 0.02 安培的安培计来测量，

则测量的准确度 $\phi = \frac{0.02}{0.5} = 4\%$ 。

再如，用最小分度值为 0.1 厘米的直尺测量 4 厘米的长度，测量的准确度 $\phi = \frac{0.1}{4} = 2.5\%$ 。如果改用最小分度值为 0.005 厘米的游标卡尺测量 4 厘米的长度，则测量的准确度 $\phi = \frac{0.005}{4} = 0.125\%$ 。

在着手测量之前，应该估计各仪器测量时所能达到的准确度。如果不一致，则在测量中不必过分地超过各量中准确度最低的那个准确度的要求。如在测量功热当量的实验中，如果温度计测量的准确度为 2%，那么用准确度为 0.1% 的粗天平就足够了。

系统误差产生的原因，除了上面所说的仪器不够精密之外，采用的实验方法不够严格也是一个原因。中学实验所用方法多半比较简单，所用计算公式也往往不够严格，因而误差必然是比较大的。例如，采用图 1 甲所示的电路测量电阻 R 的阻值，忽视了伏特计的分流作用；采用图 1 乙所示的电路测量电阻 R 的阻值，忽视了安培计的分压作用。因此，测量出来的数值必然与标准值之间有差异，产生了误差。这一误差产生的原因是由于实验方法不严格所致。

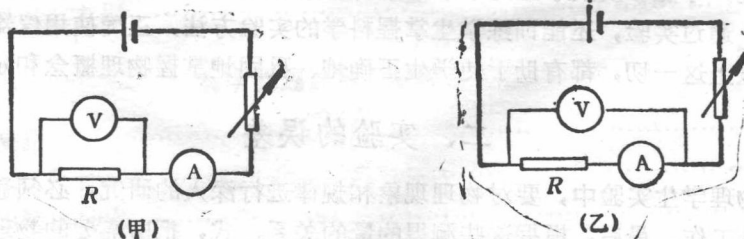


图 1

再如，利用冲击摆仪器测子弹速度的实验中所用的计算公式：

$$v = \frac{M+m}{m} \cdot \sqrt{2gH}$$

也是不够严格的。因为在导出这个公式时，假定子弹进入木块时木块不发生位移，而这是不符合实际情况的。由于公式不严格，因而产生误差。

偶然误差产生的原因一般是由于操作技术不熟练或者错误所引起。重复几次，取其算术平均值，就可以减小偶然误差。

实验量度的结果和标准值数量上的差叫做绝对误差。在不考虑系统误差的情况下， $N_1, N_2, N_3, \dots, N_K$ 为各次测量值； K 为测量次数，取平均值：

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_K}{K}$$

这时 K 越大, N 越接近标准值。

各次测量的偏差, 也就是各次的绝对误差, 分别为:

$$\Delta N_1 = N - N_1$$

$$\Delta N_2 = N - N_2$$

$$\Delta N_3 = N - N_3$$

.....

$$\Delta N_K = N - N_K$$

各次测量的绝对误差的平均值 ΔN 为平均绝对误差, 即:

$$\Delta N = \frac{|\Delta N_1| + |\Delta N_2| + |\Delta N_3| + \dots + |\Delta N_K|}{K}$$

实验结果的准确程度, 由平均相对误差 E 的大小来反映。平均相对误差为平均绝对误差与标准值之比, 即:

$$E = \frac{\Delta N}{N} \quad (\text{以百分数表示})$$

假若没有标准值, 可以通过多次测量, 以平均值代替标准值。

三、有效数字

在做物理实验记录物理量的数据时, 由于各种量度仪器的精密程度不同, 测量出来的数据的可靠位数也有所不同。例如, 用米尺量出课本的宽度为 12.85 厘米, 米尺上的最小分度值为 1 毫米, 毫米的数值可以从米尺上直接读出来, 所以前三位数字是准确可靠的, 而最后一位数字是估计的, 只有一定的可靠性。估计数字只可取一位, 多取无意义。

再如, 量程 0.6 安培的安培计的最小分度值为 0.02 安培, 其刻度盘如图 2 所示。读数应在 0.12 安培和 0.14 安培之间, 估计为 0.13 安培, 最后一位数字是估计数字。关于有效数字, 应当掌握下列几点:

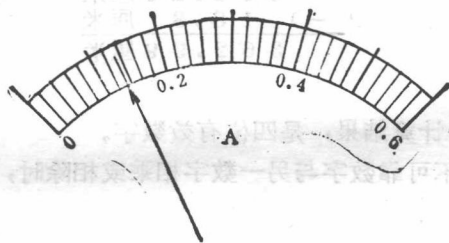


图 2

1. 一切非零数字都是有效数字, 如 87.8°C 是三位有效数字。
2. 两个非零数字之间的一切数字, 包括零在内, 都是有效数字, 如 108.005 米是六位有效数字。
3. 在小数点右边, 在非零数字左边的零不是有效数字。如 0.0064734 米是五位有效数字, 小数点左边的那个零表示小数点的位置, 不能算有效数字。

4. 在一个非零数字右边的零，除非特别声明之外，不是有效数字，如109000千米是三位有效数字，而109000是四位有效数字。5米是一位有效数字，5.0米是两位有效数字。小数点右边的非零数字后的“0”，肯定是有效数字，例如，7.3和7.30两个数，虽然数值相同，但意义不同。前者是两位有效数字，3为估计数，只有一定的可靠性；后者是三位有效数字，3为准确数字。

5. 遇到大的数目时，表示有效数字的方法可以写成这样：

1.5×10^4 表示两位有效数字

1.50×10^4 表示三位有效数字

1.500×10^4 表示四位有效数字

遇到小数目时，如0.00157，可以改写为 1.57×10^{-3} ，结果仍表示三位有效数字。

有效数字的运算，遵从下列两个基本规则：

(1) 不可靠数字与别的数字相加减、相乘除，所得到的结果也是不可靠的；

(2) 计算结果只能保留一位不可靠数字。

加减法取计算结果中由左向右数所遇到的第一个不可靠数字为最末一位有效数字，也可以取计算结果中由左向右数所遇到的第一和第二不可靠数字都为有效数字，按四舍五入的原则，将后面一位有效数字进入到前面的有效数字之中。

例 1:

$$\begin{array}{r}
 13.05 \text{ 厘米} \\
 309.2 \text{ 厘米} \\
 +) \quad 3.785 \text{ 厘米} \\
 \hline
 326.035 \text{ 厘米}
 \end{array}$$

计算结果中最后一位5、倒数第二位3、以及倒数第三位0都只有一定的可靠性，因此应取326.0厘米为计算结果，是四位有效数字。

例 2:

$$\begin{array}{r}
 381.29 \text{ 厘米} \\
 -) \quad 18.3 \text{ 厘米} \\
 \hline
 362.99 \text{ 厘米}
 \end{array}$$

最后应取363.0厘米为计算结果，是四位有效数字。

乘除的法则：一个不可靠数字与另一数字相乘或相除时，其所得结果也是不可靠的。

如:

$$\begin{array}{r}
 15.63 \text{ 厘米} \\
 \times \quad 4.2 \text{ 厘米} \\
 \hline
 3126 \\
 6252 \\
 \hline
 65.646 \text{ 厘米}^2
 \end{array}$$

按四舍五入的原则，将小数点后一位的 6 进入到小数点的前一位 5 中。其所得结果为 66 厘米²，是两位有效数字。最后一位 6 只有一定的可靠性。

再如：39.52 ÷ 5.03 = 7.856

$$\begin{array}{r}
 7.8\bar{5}\bar{6} \\
 5.0\bar{3} \overline{) 39.5\bar{2}} \\
 \underline{35\bar{2}\bar{1}} \\
 4\bar{3}\bar{1}\bar{0} \\
 \underline{40\bar{2}\bar{4}} \\
 2\bar{8}\bar{6}\bar{0} \\
 \underline{25\bar{1}\bar{5}} \\
 3\bar{4}\bar{5}\bar{0} \\
 \underline{30\bar{1}\bar{8}} \\
 4\bar{3}\bar{2}\bar{0}
 \end{array}$$

除式中第二次余数中 2 8 6 0 四位都是估计数字，所以商数的第三位“5”是估计数字。按四舍五入的原则，将 6 进入 5 中，计算结果为 7.86，是三位有效数字。最后一位 6 只有一定的可靠性。

高中物理课本上册学生实验

实验一、二 游标卡尺和螺旋测微器

(千分尺)的使用

8-1 图

【实验目的】

了解游标卡尺和螺旋测微器的构造和原理，并练习使用它来测量长度。

【实验原理】

1. 游标的刻度及原理。游标卡尺由主尺和可以沿主尺滑动的游标尺两部分组成。主尺最小分度值为 1 毫米，游标尺上有 10 个小的等分刻度，总长为 9 毫米。当游标尺零刻度线正好对准主尺零刻度线时，游标刻度 10 正好对准主尺 9 毫米处。游标刻度 1 和主尺 1 毫米处相差 0.1 毫米，游标刻度 2 和主尺 2 毫米处相差 0.2 毫米，等等。所以当游标刻度 2 和主尺 2 毫米刻度正好对准时，被测物长为 0.2 毫米。图 1-1 为游标卡尺的构造，图 1-2 为游标卡尺的刻度。

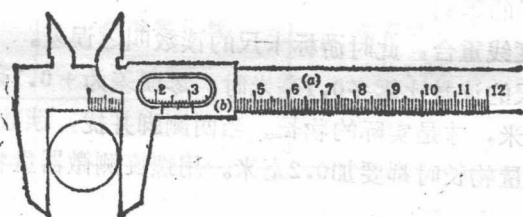


图 1-1

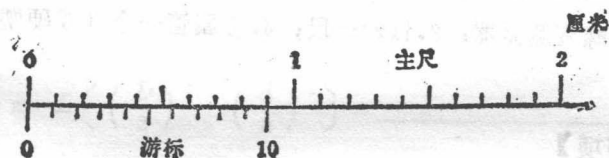


图 1-2

2. 游标卡尺的读法。在量度长度大于 1 毫米的物体时，整的厘米和毫米数由主尺上直接读出，十分之几毫米读数由游标尺上读出。例如，图 1-3 上的读数应为 2.37 厘米。这种游标尺精确到 0.1 毫米位。图 1-4 所示为有 20 个等分刻度的游标尺，图上读数应为 5.145 厘米。这种游标尺精确到 0.05 毫米。

3. 螺旋测微器的原理及读法。螺旋测微器的螺距很短，例如等于 0.5 毫米，圆周很长，例如等于 50 毫米。把周长分为 50 等份，每 1 等份为 1 毫米（1 格）。在周长上每移动 1 格（即

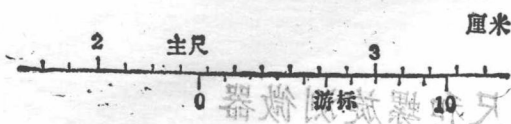


图 1-3

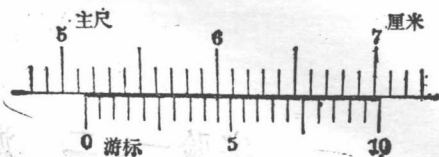


图 1-4

1 毫米), 螺旋沿轴线移动 0.01 毫米; 沿周长转动 1 周 (50 格), 螺旋沿轴线移动 0.5 毫米。因此, 大于 0.5 毫米读数由固定刻度直接读出, 小于 0.5 毫米部分由可转动的螺旋刻度读出。图 1-5 为螺旋测微器的构造。图 1-6 的读数应为 6.727 毫米。最后 1 位为估计数字。它可以准确到 0.01 毫米位, 估计到 0.001 毫米位。

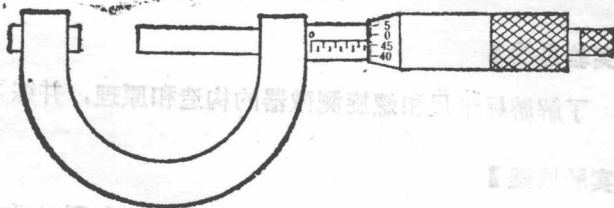


图 1-5

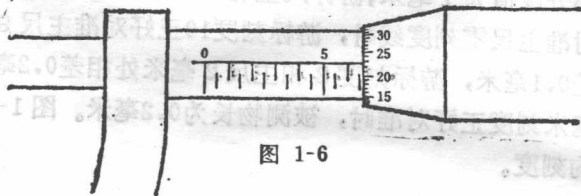


图 1-6

4. 游标卡尺和螺旋测微器的零误差。游标卡尺在不测量物长而使两测脚并拢时, 游标的零刻度线可能与主尺零刻度线重合, 此时游标卡尺的读数叫零误差。

当两测脚并拢, 卡尺的读数比零多 0.1 毫米时, 零误差为 +0.1 毫米。每次量物长时, 所量的读数都要减 0.1 毫米, 才是实际的物长。当两测脚并拢, 读数比零少 0.2 毫米时, 零误差为 -0.2 毫米。每次量物长时都要加 0.2 毫米。用螺旋测微器量物长时, 每次也要加减零误差。

【实验器材】

1. 游标卡尺; 2. 螺旋测微器; 3. 铁丝一段; 4. 金属管一个 (或硬塑料管一个); 5. 长方金属块一个。

【实验步骤及注意事项】

1. 仔细观察游标卡尺及螺旋测微器的构造及刻度。
2. 让游标卡尺的两个测脚并拢, 螺旋测微器的两个小砧并拢, 记下零误差 (注意正负)。
3. 用卡尺的两个下测脚测长方体金属块的长、宽、厚。各测两次, 填入记录表 I。用长、宽、厚的平均值算出长方体的体积 (注意有效数字)。
4. 用卡尺的两个下测脚测圆管外径和管长, 上测脚测金属管的内径, 各测两次, 方位相互垂直, 填入记录表 II。算出圆管的体积。
5. 分别用游标卡尺和螺旋测微器测同一金属丝直径, 各测两次, 方位相互垂直, 填入

记录表Ⅲ。

6.注意：每次读数必须加减零误差。

【实验记录】

表 I 测长方体金属块体积

被 测 物 次 数	长 (米)	宽 (米)	厚 (米)
1			
2			
平 均			

算出体积 $V =$ _____ 米³

表 II 测金属圆管体积

被 测 物 次 数	金属管长度 L (米)	金属管外径 D (米)	金属管内径 d (米)
1			
2			
平 均			

算出体积 $V = \pi \cdot L \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right] =$ _____ 米³

表 III 测金属丝直径

测 量 次 数 测 量 工 具	1	2	平 均
游 标 卡 尺	(米)	(米)	(米)
螺 旋 测 微 器	(米)	(米)	(米)

【讨论题】

1. 在测量金属丝直径时，游标卡尺和螺旋测微器测出数值的有效数字各是多少位？这说明什么问题？

2. 用游标卡尺测长方体的体积时，最后得出的体积数有效数字取几位？为什么？

实验三 互成角度的两个力的合成

【实验目的】

验证两个互成角度的共点力，可以用平行四边形法则求它们的合力。

【实验原理】

1. 作用在物体上一点的互成角度的两个力的合力的大小和方向，可以用代表这两个力的线段作邻接边所画出的平行四边形的对角线来代表。这个法则叫力的平行四边形法则。

2. 本实验就是利用测力计来验证这个法则。

【实验器材】

1. 木板一块；2. 测力计两个；3. 细绳；4. 橡皮条一段；5. 白纸；6. 铅笔；7. 尺；8. 图钉。

【实验步骤及注意事项】

1. 如图3-1所示，先把纸钉在木板上，再把橡皮条的一端钉在木板上A点。

2. 用两条细绳栓结在橡皮条另一端上，细绳的另一端各有一个套环。用两个测力计通过细绳互成角度拉紧橡皮条，使橡皮条伸长到某一位置O点。

3. 注意：橡皮条、细绳、测力计应同在纸面内。测力计的钩应避免与纸面摩擦。

4. 用铅笔记下O点的位置，记下两个测力计的读数，用铅笔画下两条细绳的方向。

5. 在纸上按比例作出测力计量出的两个力 F_1 和 F_2 的图示，并用平行四边形法则求出合力 F （O点为共点力的作用点）。

6. 只用一个测力计，通过细绳把橡皮条的结点拉到同样的位置O点。用同样的比例在纸上作图，画出这个力 F' 的图示。比较 F' 和 F 的大小和方向，看看是否大小相等，方向

相同。把结果填在记录表I内。

7. 改变 F_1 和 F_2 的方向和大小，再作两次，每次都把橡皮条的结拉到O点。比较每次的 F' 和 F 的方向和大小，看看是否相等。

8. 用 F_1 和 F_2 使橡皮条的结点拉到O点后，记下O点位置。改变 F_1 的大小和方向，并使这个测力计固定在一个位置不动。改变 F_2 ，使橡皮条结点再回到O点位置。可以发现

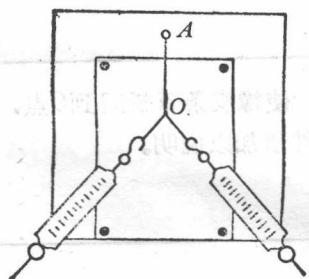


图 3-1

F_2 测力计的位置是唯一的。

9. 注意：测力计使用前一定要调整零点。

【实验记录】

表 I

次 数	分 力 (牛顿)	用平行四边形法则量出的 合力 F (牛顿)	用一个测力计直接测出的 F'_1 和 F'_2 的合力 F' (牛顿)	F' 和 F 的夹角(方向误差) θ
第一次	$F_1 =$	$F =$	$F' =$	$\theta =$
	$F_2 =$			
第二次	$F_1 =$	$F =$	$F' =$	$\theta =$
	$F_2 =$			
第三次	$F_1 =$	$F =$	$F' =$	$\theta =$
	$F_2 =$			

【讨论题】

1. 用两个测力计拉橡皮条时，为什么橡皮条、细绳和测力计必须在同一平面内？如果不在同一平面内，对于实验结果有什么影响？

2. 在完成实验步骤8时，使 F_1 的测力计固定不动；改变 F_2 ，使橡皮条重新回到 O 点，可以发现 F_2 的测力计位置是唯一的。请你应用学过的知识对这件事加以说明。

3. 矢量的平行四边形法则是否能应用于下列物理量?

(1) 速度; (2) 速率; (3) 加速度; (4) 温度; (5) 功; (6) 能。

请一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百。

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

【例题解答】

