

普通高中课程标准实验教科书(配人教版)

物理实验册

选修2-2

广东省教学教材研究室 编



班级: _____

姓名: _____

广东科技出版社

普通高中课程标准实验教科书（配人教版）

物理实验册

选修 2-2

广东省教学教材研究室 编

广东科技出版社

·广 州·

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验教科书物理实验册. 2-2:
选修/广东省教学教材研究室编. —广州: 广东科技
出版社, 2006. 2

配人教版

ISBN 7-5359-3979-1

I. 普… II. 广… III. 物理课—实验—高中—
教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 096196 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮编: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

(南海区狮山科技工业园 A 区 邮编: 528258)

规 格: 787mm×1092mm 1/16 4 印张 字数 70 千

版 次: 2006 年 2 月第 1 版

2006 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 2.80 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

编写说明

本实验册是根据《普通高中物理课程标准（实验）》的要求，配合普通高中课程标准物理教科书（选修2-2）的内容来编写的。

本书的编写体例有两种形式，其一是探究性实验形式；其二是测量或验证性实验形式。前者一般设置有“提出问题”、“参考器材”、“探究过程”、“启发联想”等栏目；后者一般设置有“预备知识”、“实验目的”、“实验过程”、“启发联想”等栏目。实验最后都编有“课外实验”和“课外知识”，供学生课后选用。

在本书中，“提出问题”栏目为学生创设一个探究前的物理情景，激发学生的探究意识和创新思维。“参考器材”栏目一般列出较多的、非全部要采用的实验器材供学生选择；对于较容易的实验或能用多种器材完成同一个实验的，则以全部填空的形式让学生选择器材；对于有一定难度的实验，则给出部分器材，其余的让学生选择填写还需要的器材。“探究过程”栏目一般编排有“猜想与假设”、“设计与提示”、“操作与记录”、“分析与结论”、“评价与交流”等项目内容。

根据实验器材取材的难易，本书有些实验编写了两种不同的实验方法：一种是取材较易的，采用传统器材的方法；另一种是采用较为现代化器材的方法，以满足不同层次学校的需要。

本书还编写了“实验综合测试”，分正卷和复卷两种，以便学生自我测评，达到巩固提高的目的。

本书主编姚跃涌；编写人员吴少辉、陈再潮、吴永新；统稿吴少辉；审稿姚跃涌。

本书的编写力图体现高中物理课程的基本理念和主要特点，加强新课程三维目标的实施，加强科学探究和实验能力的培养，有利于学生的自主学习。希望本书能达到我们的愿望。欢迎老师和同学们对本书的编写提出宝贵意见，以便今后修订。

广东省教学教材研究室

2005年12月

目 录

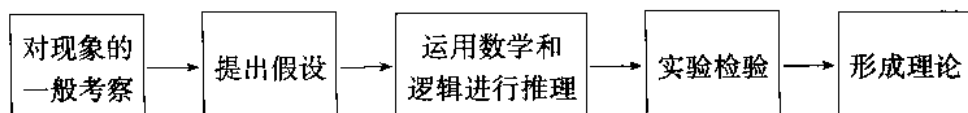
怎样做好物理实验	(1)
科学探究及物理实验能力的基本要求	(5)
实验一 探究共点力的平衡条件	(7)
实验二 探究有固定转动轴物体的平衡条件	(14)
实验三 探究刚体的平衡条件	(19)
实验四 研究平衡和稳度	(23)
实验五 研究弹性形变、范性形变	(28)
*实验六 研究反冲运动	(33)
*实验七 研究热胀冷缩	(37)
*实验八 研究水的冷却规律	(39)
实验综合测试	(44)
参考答案	(54)
附录 常用力学实验仪器介绍	(56)

怎样做好物理实验

物理学中，概念的形成、规律的发现、理论的建立都有赖于实验，其正确性要不断受到实验的检验。历史上和现实中有无数事例表明，物理学离不开实验。

一、为什么学习物理要做实验

伽利略研究运动学的方法就是把实验和数学结合在一起，既注重逻辑推理，又依靠实验检验，这样就构成了一套完整的科学研究方法。如果用程序表示，伽利略的方法大致如下：



伽利略把实验与逻辑推理和谐地结合在一起，有力地推动了科学的发展。正如他在《两门新科学》中所说的那样：“我们可以说，大门已经向新方法打开，这种将带来大量奇妙成果的新方法，在未来的年代里定会博得许多人的重视。”

从伽利略开科学实验的先河，把实验的方法引入科学研究，到法拉第发现电磁感应定律；而后麦克斯韦在此基础上建立了完整的电磁场理论，预言了电磁波的存在，最后被赫兹用实验证明了电磁波的存在。今天电磁波已经深入到我们生活的各个角落，以前所未有的速度和规模改变着我们的生活。同样在粒子物理领域，物理学家们曾经认为粒子经历的各种过程中宇称都是守恒的，1956年，杨振宁和李政道通过理论分析，认为一个过程中如果只有强相互作用和电磁相互作用，宇称的确守恒；但如果是弱相互作用的过程，例如发射 β 射线的过程，宇称并不守恒。这个论断引起了物理学家们的广泛注意。1956年后期至1957年初，吴健雄和她的同事们一起设计了实验，证明了这个过程中宇称的确不守恒。

物理学的发展就是理论的猜想和实验的证实或否定过程。

中学里的实验说不上推动物理学的发展，但中学生还是要做实验的。虽然学校里的物理实验比较简单，但是它们包括了科学实验的大多数要素。学

习科学的方法，不仅在物理学习中有用，在今后认识不同领域的事物时都将受益。另外，“事实胜于雄辩，真理源于实践，实事求是，尊重事实”。这是一种“价值观”，培养这种价值观是更重要的。它不仅对于科学研究至关重要，而且是做人的一条准则。

本书除了介绍使用一般实验器材完成物理实验外，还介绍了用传感器和计算机进行的物理实验（用*号标示）。如果学校有条件的话，同学们最好能够亲自做一下，如果熟悉了这些仪器设备的使用方法，它们就不那么神秘莫测了。现代社会是技术化的社会，各种现代技术深入我们工作生活的方方面面，当你长大后参加工作时，就会体会到工作生活处处可做“物理实验”。

二、中学生如何做好物理实验

要做好物理实验，首先，在实验之前要明确实验目的。这个实验我们要做什么？是探究某个未知的规律还是验证某个已知的规律，或者是测量某个物理量？还要明确实验的原理。不论做哪一类物理实验，都要搞清楚实验所根据的物理知识。

其次，要记住实验首先是“实”。一切必须真实，实验中观察到的现象、测量的数据、得出的结论，很可能跟预期不一样、跟其他同学不一样、与已有的知识不一样。这时，要记住：实事求是，尊重事实。出现了这种情况，首先要检查一下，实验设计是不是有问题？操作有没有失误？出现了这种情况是好事，也许能帮助你找出学习中的弱点，不管是理论学习上的还是实验上的，甚至可能导致新的发现。大可不必因为数据与书本不一致而苦恼，更不能随意更改记录去“凑数”。我们的责任是忠实地记录一切原始数据。

实验结果重要，但经历实验的过程、体会实验的方法、接受科学价值观的熏陶、熟悉技术化的环境，要比实验的结果更重要。

三、物理实验数据的分析与处理

1. 列表法

直接从仪器上读出、未经任何处理的实验测量数据是获得实验结果的依据。正确完整地记录原始数据是完成实验的重要保证。在记录数据时，把实验数据列成表格形式，可以简单而明确地表示出有关物理量之间的关系，便于分析和发现数据的规律，有助于检验规律。列表法是一种重要的实验数据处理方法。

用列表法处理数据时应注意以下几点：

- (1) 合理设计表格，以便于看出相关物理量之间的对应关系。
- (2) 表的栏目中写明代表各物理量的符号和单位。
- (3) 表中所列数据是能正确反映测量结果的有效数字。
- (4) 非本实验得到的已知数据或查表得到的单项数据应列在表格的上部。

2. 逐差法

我们将记录的多组数据进行处理求相关物理量时，常用求平均值的方法。但是这种方法不够好，因为在数据处理过程中，上述大量的数据相互抵消，实际只用到了头尾两个数据，其他的数据都没有起作用，失去了多次测量数据中，偶然误差相抵消的作用，求得的结果误差较大。为了克服这样的弊端，我们选用特定的数据处理方法，这种方法就叫逐差法。用这种方法处理数据，利用的数据多，可以减少测量中因偶然误差带来的影响。

3. 图象法

用图象法处理数据时应注意以下几点：

(1) 正确选取坐标比例。坐标比例的选取原则是：数据中准确的数位在图上还是准确的，数据中估读的数位在图上还是估读的。坐标比例选取得太小会使数据的精度降低，反之则会人为夸大数据的精度。另外如绘制的是直线，则最好使其倾斜角度在 $30^\circ \sim 60^\circ$ ，因此还要合理选取坐标单位。

(2) 坐标轴上必须标明轴的名称、单位以及整数标度。但横、纵坐标的标度不一定从零开始，应使数据在坐标纸上能分布在较大的区域中。

(3) 实验数据点可以用“ $\times$ ”、“ $\cdot$ ”等符号表示，使交叉点和中心点对应在准确位置上。

(4) 坐标上标注的数据点都包含有误差，因此描出的数据点往往会不在同一光滑曲线（或直线）上。为了尽可能减少误差，使所绘得的曲线更接近于物理量之间的真实关系。在连线过程中，应使尽可能多的点在曲线上，并使不在曲线上的点尽可能平均地分布在曲线两侧，同时如有明显值离的点应略去不计。

图象法处理数据具有可以直观地反映规律、减少偶然误差带来的影响、可外描某些规律等优点。它不但可以依据已有的规律从图线上求得要测的物理量，还可以根据图线的形状和变化趋势，分析研究物理量之间存在的规律。图象法处理数据在科学研究中有非常重要的作用。

在用图象法处理实验数据时，物理量之间可能是各种各样的函数关系，其中一次线性函数关系最容易绘制和进行图线处理，所以我们往往通过进行

适当的坐标变换，将曲线变成直线，这一工作俗称为曲线化直线。比如，已知物理量 y 和物理量 x 之间的函数关系为 $y = k/x$ ，我们要验证物理量 y 、 x 之间的这种关系，如果画出了 $x - y$ 之间的函数关系图线，则应该用双曲线进行拟合才能验证。但用双曲线进行拟合又非常困难。如果我们画出 $y - \frac{1}{x}$ 的图线关系，则只要判断所得图线是否是过坐标原点的直线，即可验证，而判断一条图线是否是直线则容易多了。

四、测量误差和有效数字

在一定的条件下，任何一个物理量的大小都是客观存在的，这个客观存在的值称为真值。在测量过程中我们总是希望能测得物理量的真值，但是在实验测量中，由于测量总是依据一定的理论和方法，使用一定的仪器，在一定的环境中进行，受实验理论、实验仪器、人的实验技能和判断力等因素的影响，使测量值与真值之间总存在着差异，这种差异称为测量误差。测量误差可分为偶然误差和系统误差。

系统误差的特点是在多次重复同一实验时，误差总是同样地偏大或偏小。偶然误差则表现为有时偏大，有时偏小，并且偏大和偏小的机会相同。减小偶然误差的方法，可以多进行几次测量，求几次测量值的平均值，这个平均值比某一次测得的数值更接近于真值。

由于物理量的测量中总是存在误差，所以测量的结果只能是一个近似数。在测量中进行读数时只能准确地读到仪器的最小分度值，然后在最小分度值以下再估读一位数字。从仪器刻度读出的最小分度的整数部分是准确的数字，称为可靠数字，而在最小分度以下估读的一位数字为不可靠数字。这种测量结果中带有不可靠数字的近似数字，叫做有效数字。

科学探究及物理实验能力的基本要求

物理学是一门以实验为基础的自然科学。在高中物理课程的各个模块中都安排了一些典型的科学探究或物理实验。高中学生应该在科学探究和物理实验中达到以下要求。

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
提出问题	能发现与物理学有关的问题 从物理学的角度较明确地表述这些问题 认识到发现问题和提出问题的意义
猜想与假设	对解决问题的方式和问题答案提出假设 对物理实验结果进行预测 认识到猜想与假设的重要性
制定计划与设计实验	知道实验目的和已有条件，制定实验方案 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材 考虑实验的变量及其控制方法 认识到制定计划的作用
进行实验与收集证据	用多种方式收集数据 按说明书进行实验操作，会使用基本的实验仪器 如实记录实验数据，知道重复收集实验数据的意义 具有安全操作意识 认识到科学收集实验数据的重要性
分析与论证	对实验数据进行分析处理 尝试根据实验现象和数据得出结论 对实验结果进行解释和描述 认识到在实验中进行分析论证是很重要的

续表

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异 注意探究活动中未解决的矛盾，发现新的问题 吸取经验教训，改进探究方案 认识到评估的意义
交流与合作	能写出实验探究报告 在合作中注意既坚持原则又尊重他人 有合作精神 认识到交流与合作的重要性

实验一 探究共点力的平衡条件

提出问题

一个物体在几个共点力的作用下，如果保持静止或匀速直线运动状态，我们就说这个物体处于平衡状态。那么，受共点力作用的物体在什么条件下才能保持平衡呢？

参考器材

带羊眼圈的小木块 ($6\text{cm} \times 8\text{cm} \times 2\text{cm}$)，测力计 (J2104 型，1N 或 5N) 2 支，圆形测力计 2 支，铁架台，固定夹，长方形平板，白纸，刻度尺，粉笔，小车，细线，定滑轮 2 个，等质量小盘 2 个，砝码若干。

探究过程

【探究思路】

从牛顿第二定律知道，当物体所受合外力为零时，加速度为零，物体保持静止或匀速直线运动状态，即物体处平衡状态。因此，在共点力作用下物体的平衡条件是物体所受合外力为零。

【猜想和假设】

分析静止于水平面上的物体和静止于斜面上的物体的受力情况，根据你所学的知识和日常生活经验进行猜想。

1. 2 个共点力的平衡条件是_____。
2. 3 个共点力的平衡条件是_____。
3. 共点力的平衡条件是_____。

实验方法一：探究二力平衡的条件

【设计与提示】

一、不用滑轮的实验

实验装置如图 1-1 所示，将 2 支测力计分别挂在羊眼圈 C、D 中，同时

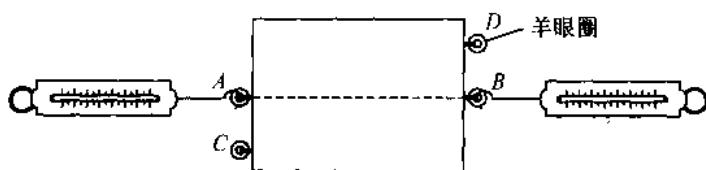


图 1-1

向两边拉 2 支测力计；再将 2 支测力计分别挂在羊眼圈 A 、 B 中，同时向两边拉 2 支测力计。

二、用滑轮的实验

实验装置如图 1-2 所示，在实验桌上用粉笔画一条直线，直线两端桌子边缘处各安上 1 个定滑轮。将小车放在直线中段，用粉笔在桌面上画出小车的四边。然后将小车两端用线系好，绕过定滑轮后下端各吊一个质量相等的小盘。往 2 个小盘里分别放上砝码。

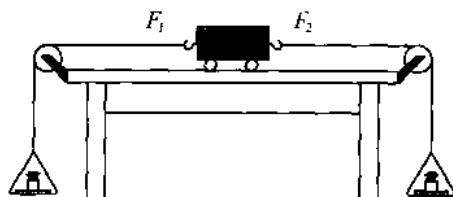


图 1-2

【操作与记录】

一、不用滑轮的实验

1. 如图 1-1 所示，将预先准备好的小木块平放在桌面上，用刻度尺和粉笔通过中间 A 、 B 2 个羊眼圈的中心画一条直线。然后沿小木块的四周用粉笔在桌面上画出木块的位置。

2. 将 2 支测力计分别挂在羊眼圈 C 、 D 中，同时向两边拉 2 支测力计，这时可发现，无论 2 支测力计的示数是否相等，都无法保持木块完全不动。当 2 支测力计的示数不等时，木块除了产生转动外，还向用力大的一方运动。当 2 支测力计的示数相等时，木块只产生转动。用粉笔在桌上（或纸上）画出过 C 、 D 的 2 个力的方向，可发现它们方向相反，但不在同一直线上。

由此可知：作用在一个物体上的 2 个力，虽然方向相反，但不在同一直线上时，无法保持平衡。

3. 如图 1-1 所示，同时向两边拉 2 支测力计，并注意使木块保持在原位，这时读出 2 支测力计的示数，发现它们完全相同。如此重复几次（每次力的大小不一样）。

由此，可得出二力的平衡条件是：_____

二、用滑轮实验

1. 在实验桌上用粉笔画一条直线，直线两端桌子边缘处各安上 1 个定滑轮。将小车放在直线中段，用粉笔在桌面上画出小车的四边。然后将小车两端用线系好，绕过定滑轮后下端各吊一个质量相等的小盘。往 2 个小盘里分别放上质量不相等的砝码，可看到小车向砝码较重的一方运动。

2. 在 2 个小盘里放上质量相等的砝码，可看到小车保持静止。如图 1-2 所示，这时小车受到的两段绳的拉力相等。这样，又可以得出上述的二力平衡条件。

3. 将小车一端撤去挂线及重物，换成用手握持测力计，如图 1-3 所示。让小车保持静止，记下测力计示数。然后用测力计测出另一端小盘和其中砝码的总重，可看到两次读数相等，由此再一次证实了二力的平衡条件。



图 1-3

实验方法二：探究三力平衡的条件

【设计与提示】

按图 1-4 安装好实验装量，然后进行实验。

【操作与记录】

1. 用图钉把一张白纸固定在方木板上，按图 1-4 所示安装实验装置，注意方木板要安装在竖直面内。

2. 挂重物（重为 G ），待重物静止后，分别读出圆形测力计的示数，记为 F_1 和 F_2 。

3. 用铅笔描下结点 O 的位置和 F_1 、 F_2 、 F_3 ($F_3 = G$) 的方向。

4. 在白纸上按比例做出拉力 F_1 、 F_2 、 F_3 的图示，利用刻度尺和三角板据平行四边形定则求出 F_1 、 F_2 的合力 F ，比较 F 与 F_3 的大小和方向。

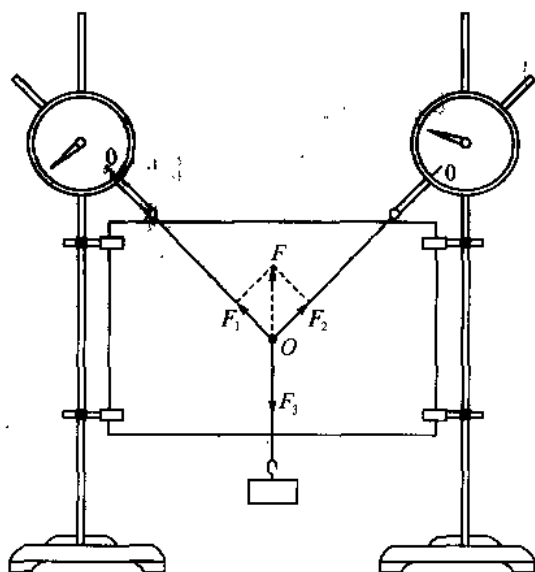


图 1-4

5. 改变 F_1 和 F_2 的大小和夹角. 再重复实验 2 次.

由此得出的结论是: _____

实验方法三: 探究三角架的平衡

【设计与提示】

实验装置如图 1-5 所示, 圆形测力计 B 的杆成水平, 把绳的上端拴在圆形测力计 A 的钩上, 绳跨过测力计 B 的杆的右端 O 点后下端挂重物 G . 可以观察到: 挂重物 G 后, 测力计 A 的杆向右下方伸长, 表明它对 O 点产生向左上方的力, 而测力计 B 的杆向左缩短, 表明它对 O 点产生水平向右的力. 调整绳跨过 O 点的位置, 使测力计 B 的杆仍保持水平.

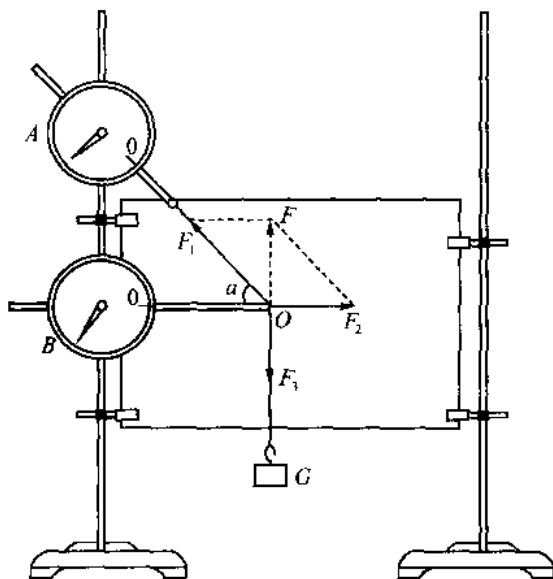


图 1-5

【操作与记录】

1. 用图钉把一张白纸固定在方木板上, 按图 1-5 所示安装实验装置, 注意方木板要安装在竖直面内.
 2. 挂重物 (重为 G) 后, 分别读出圆测力计的示数, 记为 F_1 和 F_2 .
 3. 用铅笔描下结点 O 的位置和 F_1 、 F_2 、 F_3 ($F_3 = G$) 的方向.
 4. 在白纸上按比例做出拉力 F_1 、 F_2 、 F_3 的图示, 利用刻度尺和三角板根据平行四边形定则求出 F_1 、 F_2 的合力 F , 比较 F 与 F_3 的大小和方向.
 5. 改变 2 个分力 F_1 和 F_2 的大小和夹角, 再重复实验 2 次.
- 由此得出的结论是: _____

【分析与结论】

通过对以上 3 个实验方法的探究, 我们可以得到下面的结论: _____

【课外实验】

一、筷子提米

材料：筷子、米、塑料杯

步骤：

1. 将筷子直立在杯中，再在杯中放入米。
2. 手提筷子，你观察到什么现象？

二、浮力的相互作用

物体浸入液体中时，将受到液体向上的浮力，同样物体对液体也有向下的压力。液体对物体的浮力和物体对液体的压力是一对作用力和反作用力，二者大小相等方向相反，符合牛顿第三定律。

实验目的：研究牛顿第三定律在浮力中的体现。

实验器材：朗威® DISLab、计算机、铁架台、转接器、标有刻度的钩码、细绳、水、烧杯、托盘。

实验装置：如图 1-6 所示。

实验过程与数据分析：

1. 将 2 只力传感器接入数据采集器；
2. 将力传感器 1 固定在支架上，其测钩更换为带有螺钉的托盘并竖直向上，用转接器将力传感器 2 固定在铁架台上，使其测钩竖直向下；
3. 在烧杯内加入适量的水，置于托盘上，将钩码悬挂在力传感器 2 的测钩上，钩码距水面 1cm；
4. 打开“计算表格”，“点击记录”2 个力传感器的测量数据；
5. 依次将砝码浸入水中 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm，并分别记录测量数据；
6. 在表格中增加变量“ h ”表示钩码浸入水中的深度，并输入相应的数值，输入自定义公式 $F_h = F_1 + F_2$ ，得到计算结果，如图 1-7 所示；
7. 点击“绘图”，设定并绘出基于实验数据的 3 条图线“ F_1-h ”、“ F_2-h ”、



图 1-6 实验装置

计算表格	F_1	F_2	h	$F_h = F_1 + F_2$
1	6.07	0.36	0	6.4300
2	6.09	0.33	0.01	6.4200
3	6.14	0.26	0.02	6.4000
4	6.23	0.20	0.03	6.4300
5	6.27	0.16	0.04	6.4300
6	6.34	0.08	0.05	6.4200
7	6.40	0.02	0.06	6.4200

图 1-7 实验数据

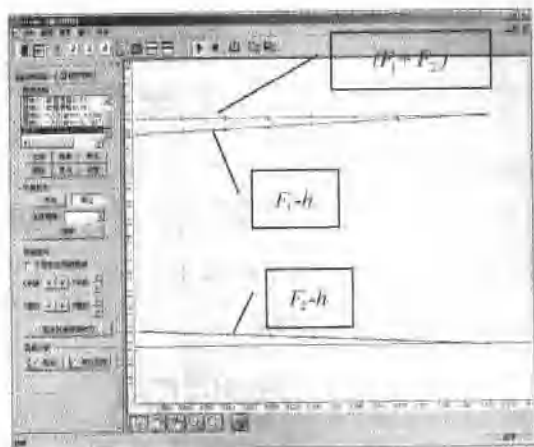


图 1-8 实验图

“ $(F_1 + F_2) - h$ ” (图 1-8);

8. 图 1-8 下方的图线 “ $F_2 - h$ ” 对应力传感器 2 所受拉力随 h 的变化; 中间图线 “ $F_1 - h$ ” 对应力传感器 1 所受压力随 h 的变化; 上方图线 “ $(F_1 + F_2) - h$ ” 对应两力之和随 h 的变化。可见随着钩码入水深度的增加, 钩码所受浮力越来越大 (F_2 减小), 钩码对水的压力也越来越大 (F_1 增大), 两者增减幅度相等, 故 F_1 与 F_2 之和保持不变。

【课外知识】

杨 振 宁 (1922 ~)

杨振宁, 美籍华裔物理学家, 1922 年 9 月 22 日生于安徽省合肥县 (今合肥市)。1942 年毕业于西南联合大学。1945 年赴美国留学, 在著名物理学家费米的指导下研究理论物理, 1948 年获博士学位。1948 ~ 1949 年在芝加哥大学工作, 1949 ~ 1965 年在普林斯顿高级研究院工作。1955 年起任教授, 1966 年起任纽约州立大学 (石溪分校) 教授和理论物理研究所所长。1985 年被授予美国国家科学技术奖章。

杨振宁主要从事统计力学、量子场论、凝聚态物理、基本粒子物理方面的研究, 对理论物理学的贡献范围很广。在粒子物理学方面, 他最杰出的贡献是 1954 年与密尔斯共同提出杨-密尔斯场理论, 开辟了非阿贝尔规范场的新研究领域, 为现代规范场理论打下了基础。另一项杰出贡献是: 1956 年和李政道合作, 深入研究了当时令人困惑的 θ - τ 之谜, 提出很可能在弱相互作用中宇称不守恒。次年, 这一理论预见得到吴健雄小组的实验证实。为此, 杨振宁和李政道获得了 1957 年诺贝尔物理学奖。此外, 1949 年提出了