

第三章

学生实验 探究两个互成角度的力的合成规律

一、实验名称

探究两个互成角度的力的合成规律

二、实验目的

1. 进一步理解分力与合力的概念；
2. 理解分力与合力的等效替代的关系，体会等效替代的思想；
3. 利用力的图示探究两个互成角度的共点力的合成规律；
4. 在实验探究中，提升科学的意识和能力，养成严谨认真、合作、实事求是等科学态度。

三、实验原理

本实验用橡皮筋的形变量及形变方向来体现力的作用效果，用力的图示探究力的平行四边形定则。

四、实验材料

木板、白纸、3-5个图钉、橡皮筋、2根带绳套的细绳、2只弹簧测力计、三角板、量角器

五、实验过程

1. 实验步骤

(1) 在桌上放一块木板，用图钉将白纸固定在木板上；橡皮筋一端用图钉固定，另一端拴上两根细绳套。

(2) 用两只弹簧测力计分别钩住绳套，互成角度地拉橡皮筋，使橡皮筋与细绳的结点到达某一位置O，在白纸上画出O点的位置。读出并记录两个弹簧测力计的示数 F_1 和 F_2 ，同时在白纸上画出两根细绳的方向¹。

(3) 仅用一只弹簧测力计，通过细绳拉橡皮筋使其伸长到原来的位置O，读出弹簧测力计的示数 F ，在白纸上画出细绳的方向。

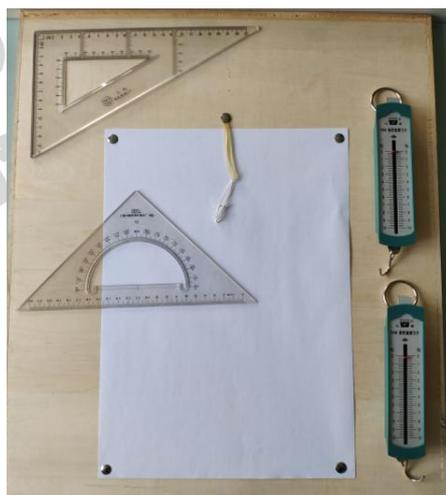
(4) 按选好的标度，用铅笔和刻度尺作出拉力 F_1 和 F_2 的图示，按同一标度作出拉力 F 的图示。

(5) 观察 F 与 F_1 和 F_2 的图示在平面中的几何关系。

(6) 以 F_1 和 F_2 为邻边作出平行四边形，对角线即为理论上的合力 F' ，比较 F 和 F' 的大小和方向。

(7) 改变两个弹簧测力计的拉力方向，重复(2)~(6)。

(8) 整理器材。



¹ 细绳方向可在白纸上用直线标示。因为通过两点可以确定一条直线，所以在实验中只需在白纸上标出细绳两端的位置，待所有操作结束后再画出直线。

2. 实验数据记录及处理

实验序号	F_1/N	F_2/N	F_1 与 F_2 夹角 θ	F'/N	F/N	F' 与 F 夹角 θ'
1						
2						
3						

3. 分析实验结果并交流讨论得出实验结论

分析力的图示情形，知其在平面中的图形关系为：力 F_1 、 F_2 与 F 构成平行四边形。

两个互成角度的共点力的合力的大小和方向，可以通过用以 F_1 、 F_2 这两个力为邻边的平行四边形的对角线来表示。

六、实验操作要点

本实验操作过程中需要注意：

- (1) 位置不变。在同一次实验中，使橡皮筋拉长时结点 O 的位置一定要相同。
- (2) 力平行于板。应注意使弹簧测力计与木板平行。操作时，测力钩不要与纸面摩擦。细绳和弹簧测力计的轴线应在一条直线上。
- (3) 在合力不超出量程及在橡皮筋弹性限度内形变应尽量大一些。细绳套应当适当长一些，便于确定力的方向。
- (4) 角度合适。用两个弹簧测力计钩住细绳套互成角度地拉橡皮筋时，其夹角不宜太小，也不宜太大，以 $60^\circ\sim 100^\circ$ 之间为宜。
- (5) 统一标度。在同一次实验中，画力的图示选定的标度要相同，并且要恰当选定标度，使力的图示稍大一些。

七、实验教学建议

1. 引导学生正确使用弹簧测力计
 - (1) 将两只弹簧测力计调零后水平互钩对拉过程中，读数相同，可选；若不同，应另换或调校，直至大致相同为止。
 - (2) 使用时，读数应尽量大些，但不能超出范围。
 - (3) 被测力的方向应与弹簧测力计轴线方向一致。
 - (4) 读数时应正对、平视刻度。
 - (5) 弹簧测力计应与木板平行（沿木板平面）
2. 引导学生进行实验误差分析
 - (1) 误差来源：除弹簧测力计本身的误差外，还有读数误差、作图误差等。
 - (2) 减小误差的办法：
 - ① 实验过程中读数时眼睛一定要正视弹簧测力计的刻度，要按有效数字和弹簧测力计的精度正确读数和记录。
 - ② 作图时用两块三角板配合推平行线，使表示两力的对边一定要平行。
3. 引导学生思考：
 - (1) 在实验中，为保证等效替代的效果，我们采用了哪些手段？
 - ① 为使橡皮筋在两次拉伸时形变情况相同，应如何操作？

②如何保证带有绳套的细绳与木板表面保持平行？

(2) 某同学为了方便记录细绳的方向，用手按住结点“O”，这样操作是否可行，为什么？

八、作业设计

思考题

实验所得力 F 与作图所得合力 F' 是否完全相同？不完全相同的原因是什么？

思考题答案：

实验误差是不可避免的，所以 F 与 F' 不会完全相同。

2021 年上海市高中物理
(必修一)
教师实验能力培训课程